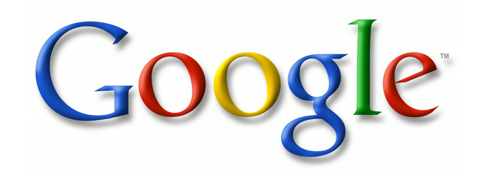


This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

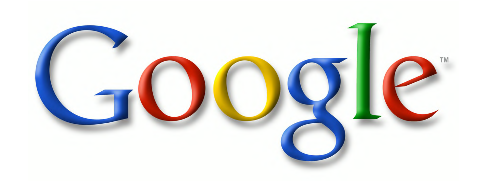
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`



A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

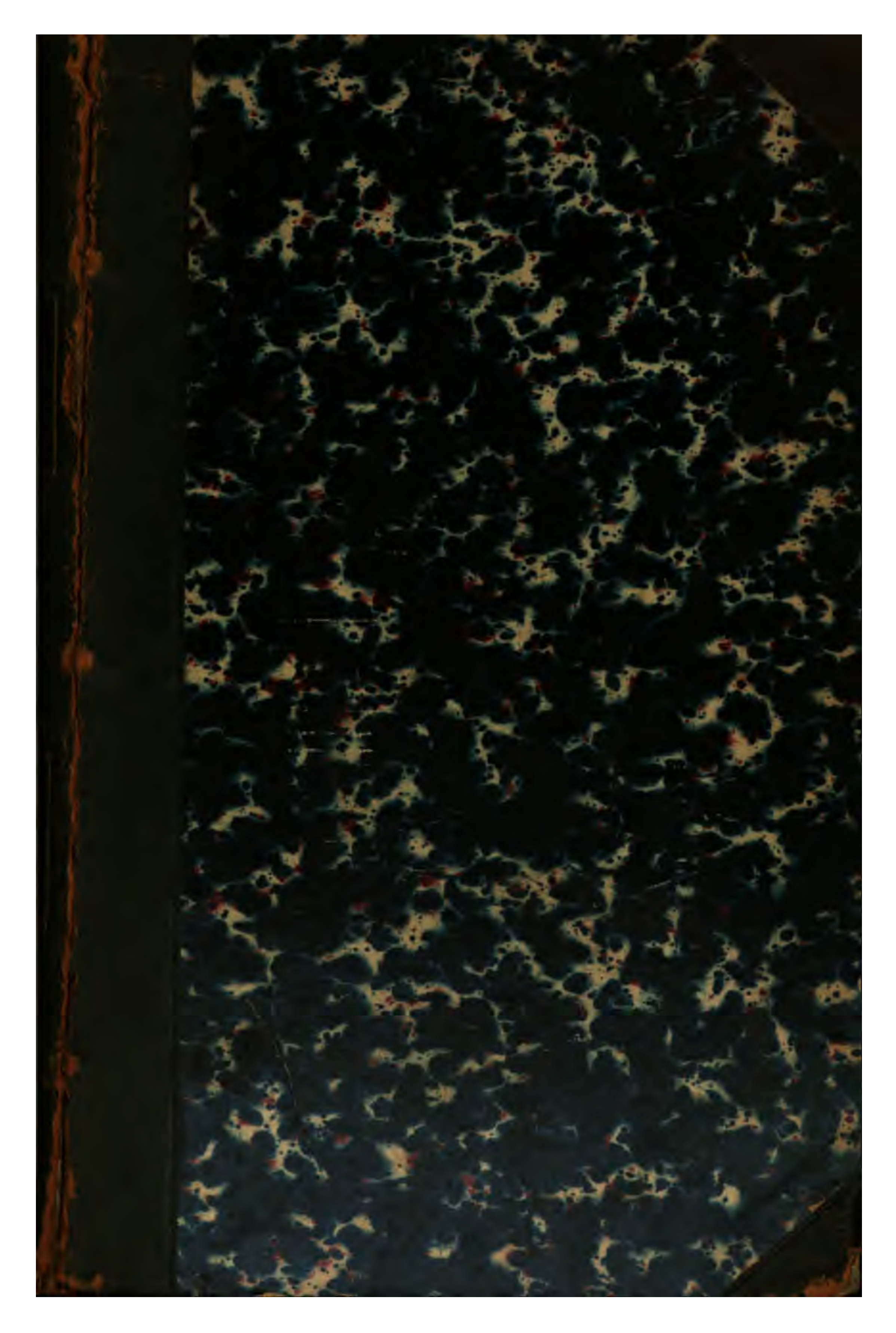
Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

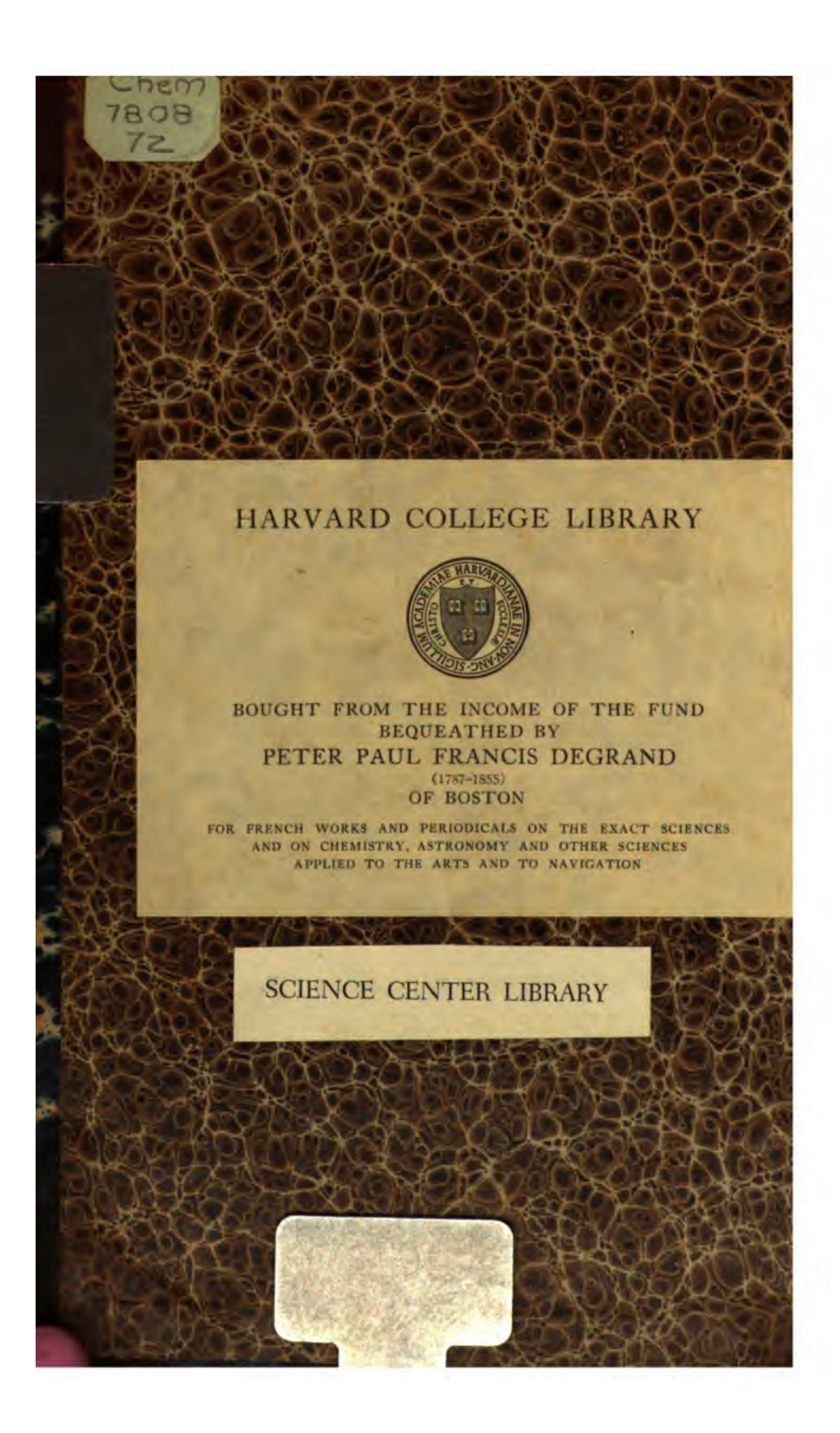
Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.
+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.
+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.
+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`





Chem 7808.72

HARVARD COLLEGE LIBRARY

BOUGHT FROM THE INCOME OF THE FUND
BEQUEATHED BY
PETER PAUL FRANCIS DEGRAND
(1787–1855)
OF BOSTON

FOR FRENCH WORKS AND PERIODICALS ON THE EXACT SCIENCES
AND ON CHEMISTRY, ASTRONOMY AND OTHER SCIENCES
APPLIED TO THE ARTS AND TO NAVIGATION

SCIENCE CENTER LIBRARY



GUIDE PRATIQUE

DU

FABRICANT DE SUCRE

OUVRAGES DU MÊME AUTEUR

DU BÉTAIL EN FERME.
AMENDEMENTS ET PRAIRIES. } Extraits des œuvres de Jacques Bujault (*Épuisés*).

TRAITÉ PRATIQUE DE LA CULTURE ET DE L'ALCOOLISATION DE LA BETTERAVE. Résumé complet des meilleurs travaux faits jusqu'à ce jour sur la betterave et son alcoolisation. Troisième édition, revue et augmentée, avec bois dans le texte.

TRAITÉ COMPLET D'ALCOOLISATION GÉNÉRALE. Cet ouvrage, dont deux éditions ont été épuisées, se trouve entièrement refondu dans la *première partie* du *Guide théorique et pratique du fabricant d'alcools et du distillateur.*

LE PAIN PAR LA VIANDE. Organisation de l'industrie agricole. 1 vol. in-8° de 178 pages, 1853.

TRAITÉ THÉORIQUE ET PRATIQUE DE LA FERMENTATION, dans ses rapports avec la science, les arts et l'industrie.

GUIDE PRATIQUE DE CHIMIE AGRICOLE. Leçons familières sur les notions de chimie élémentaire utiles aux cultivateurs, et sur les opérations chimiques les plus nécessaires à la pratique agricole. 1 vol. in-18 de 388 pages, avec bois dans le texte, 1858.

PRÉCIS DE CHIMIE PRATIQUE, ou *Éléments de chimie vulgarisée.* 1 vol. in-18 de 628 pages, avec bois dans le texte.

GUIDE THÉORIQUE ET PRATIQUE DU FABRICANT D'ALCOOLS ET DU DISTILLATEUR. L'ouvrage le plus complet qui existe sur la matière, comprenant : l'*alcoolisation*, l'*œnologie*, la *distillation*, la *rectification*, la *fabrication des vinaigres* et des *liqueurs ;* 3 forts volumes in-8°, avec de nombreuses gravures dans le texte. Prix : 30 francs. Les trois volumes peuvent être achetés séparément.

LA VIGNE. Leçons familières sur la gelée et l'oïdium, [illegible] et les moyens d'en prévenir ou d'en atténuer les effets.

Paris. — Imprimerie VIÉVILLE et CAPIOMONT, rue des Poitevins, 6.

GUIDE PRATIQUE

DU

FABRICANT DE SUCRE

CONTENANT

L'ÉTUDE THÉORIQUE ET TECHNIQUE

DES SUCRES DE TOUTE PROVENANCE, LA SACCHARIMÉTRIE CHIMIQUE ET OPTIQUE

LA DESCRIPTION ET L'ÉTUDE CULTURALE DES PLANTES SACCHARIFÈRES

LES PROCÉDÉS USUELS ET MANUFACTURIERS

DE L'INDUSTRIE SUCRIÈRE

ET LES MOYENS D'AMÉLIORER LES DIVERSES PARTIES DE LA FABRICATION

AVEC DE NOMBREUSES FIGURES INTERCALÉES DANS LE TEXTE

NOUVELLE ÉDITION

ENTIÈREMENT REFONDUE ET CONSIDÉRABLEMENT AUGMENTÉE

PAR

N. BASSET

auteur de plusieurs ouvrages d'agriculture et de chimie appliquée

---

TROISIÈME VOLUME

Fabrication industrielle du Sucre. Raffinage.

PARIS

LIBRAIRIE DU DICTIONNAIRE DES ARTS ET MANUFACTURES

40, rue de Madame, 40

1875

Tous droits de reproduction et de traduction réservés.

Chem 7808.72

HARVARD COLLEGE
FEB 3 1921
LIBRARY

Duplicate fund

GUIDE

DU

FABRICANT DE SUCRE

AVANT-PROPOS.

Les deux premiers volumes de cet ouvrage ont été accueillis par la presse spéciale avec une bienveillance remarquable, et nous avons été heureux des témoignages de sympathie donnés à notre œuvre, à laquelle les critiques se sont accordés à reconnaître un caractère éminemment français. Nous pouvons avouer franchement que cet éloge nous a profondément touché et qu'il répond à notre ambition la plus chère. Nous avons étudié avec soin, pendant de nombreuses années, et nous étudions encore la part qui revient aux différentes nations dans les progrès humains. La conclusion de nos recherches nous amène à constater, malgré tout, la supériorité réelle de la France en matière de science et de technologie. En dépit de nos désastres, malgré l'avilissement dans lequel plusieurs sont tombés, la France n'abandonnera jamais son rôle créateur, et elle marche quand même à la tête de l'humanité. Sans doute les autres peuples offrent des genres de mérite incontestables, et nous ne songeons pas à nier ou même à amoindrir les qualités des Anglais, des Américains, des Allemands ou des Russes. Mais c'est de la France que jaillit la lumière, quoi qu'en disent certains rêveurs, et cette lumière est empruntée par le reste du monde. Le Français crée et invente, l'Anglais perfectionne et utilise dans le sens le plus pratique, l'Américain sait combiner

et vendre, l'Allemand emprunte, transforme, dénature et germanise, le Russe se sert de tout ce qui est à sa convenance; mais c'est au foyer de la France que tous viennent chercher les idées dont ils feront leur profit.

C'est nous qui créons, le plus souvent, en industrie et dans les applications scientifiques; mais on a beau jeu pour s'emparer de nos créations et pour nous en dépouiller. La légèreté de notre caractère, l'indiscipline de nos ouvriers, dont la sottise égalitaire a perverti les idées, l'envie de briller, l'attrait de la nouveauté et beaucoup d'autres causes encore nous empêchent de bien pratiquer, la plupart du temps, ce que nous avons découvert et imaginé. Faire toujours la même chose est un supplice pour beaucoup en France, et si, pour satisfaire notre vanité, nous montrons, quand nous voulons, aux industriels de tous les pays, que nous pouvons mieux faire que tous les autres peuples, notre inconstance nous rejette bientôt au-dessous de nos imitateurs. Une invention française transportée en Angleterre, par exemple, s'y perfectionne et s'améliore par une exécution soignée; chez nous, elle périclite par la négligence de nos ouvriers et par le peu de soin qu'ils apportent dans leur travail. Cette faute ou ce défaut donne le mot de l'énigme et fait voir pourquoi nous ne profitons pas mieux des facultés dont la nature a été prodigue à notre égard. Nous inventons et nous créons; mais nous exécutons mal dans la pratique courante; nous faisons des lois excellentes, mais nous ne savons pas nous soumettre à la loi; notre défaut capital est de ne pas joindre le calme et la ténacité dans l'exécution avec les conceptions brillantes de l'initiative. Mais encore nos erreurs ne doivent-elles pas faire nier nos qualités, et nos fautes ne sont pas une raison suffisante pour que le premier venu s'empare d'une invention française et en fasse honneur à sa nation. Si les ouvriers allemands sont plus dociles que les nôtres, s'ils sont plus attentifs dans l'exécution, si les résultats qu'ils obtiennent sont parfois supérieurs aux résultats des fabriques françaises, toutes choses qui peuvent être vraies dans certaines circonstances, il n'en est pas moins exact que l'Allemagne n'emploie que des procédés français, en sucrerie principalement, et nous avons tenu à honneur de rétablir les faits dans toute leur intégrité.

Une sorte de reproche nous a été fait au sujet de ce qui nous semble être un acte de loyauté envers nos lecteurs. La fran-

chise avec laquelle nous avons attaqué ce que nous avons cru être l'erreur, et défendu ce qui nous a paru être la vérité, a semblé provenir d'un caractère agressif, et l'on a regardé certaines de nos critiques comme trop personnelles. Lorsque cette observation, provenant d'un homme très-recommandable et très-instruit, nous a été communiquée par notre éditeur, nous nous sommes rappelé la plaisante manière dont usait Despréaux, pour s'excuser d'avoir nommé Chapelain et de l'avoir vertement critiqué. Bien que le cas ne soit pas identique, la connexion est grande, et nous avons songé tout d'abord à négliger une observation dont la portée ne nous frappait que très-incidemment. Après réflexion, cependant, nous avons pensé qu'il est nécessaire d'apporter une certaine attention à des remarques de ce genre, et que le lecteur a droit à une explication nette et satisfaisante.

Au point de vue de la légalité, nous n'avons jamais dit un mot ou formulé une pensée qui attaquât la vie privée ou la moralité de qui que ce soit. Nous n'avons nul droit à cet égard, et nous ne sentons aucune envie de nous occuper de ce qui ne nous regarde pas. Mais, lorsqu'un homme livre au public ses écrits, ses discours, ses inventions, ses procédés, ses produits, il devient, pour tout cela, justiciable du public, qui a le droit imprescriptible d'appréciation, de contrôle, de recherche et de vérification.

Ce droit est essentiellement lié à un devoir strict pour l'écrivain spécialiste, lequel se trouve dans l'obligation absolue de dire à ses lecteurs ce qu'il regarde comme la vérité, après une étude scrupuleuse et attentive.

Toute la question est là ! Doit-on, par complaisance ou par mollesse de caractère, laisser passer, laisser dire, laisser faire, ou bien ne doit-on pas plutôt, pour l'intérêt de tous, sacrifier des intérêts particuliers qui nuisent au bien général, lorsque ces intérêts sont basés sur des données fausses, lorsqu'ils reposent sur des faits controuvés?

N'y a-t-il pas, pour l'auteur d'un ouvrage de technologie, un devoir réel envers ses lecteurs, et ne doit-il pas leur dire, nettement et sans détours : les opinions de tel écrivain sont vraies ou fausses pour telles raisons ; tel procédé est bon ou mauvais pour tel motif ; il n'appartient pas à son inventeur apparent, et il est du domaine public en raison de telles preuves ?

Notre conscience nous répond par l'affirmative, et si l'accomplissement de ce devoir est une agression, nous avons été agressif. C'est au lecteur intéressé dans la question, c'est au fabricant de sucre, trompé et dupé par tant d'exploiteurs, qu'il appartient de nous juger.

Il nous est impossible de trouver bon ou juste ce que nous sentons être mauvais ou inique, comme il nous est impossible de ne pas louer ce qui nous semble utile et recommandable. Nous avons lu Walkhoff avec plaisir, et nous l'avons dit; d'autres auteurs allemands nous ont paru n'être que des copistes, et nous n'avons pas caché nos opinions. Nous avons revendiqué contre les Allemands ce qu'ils ont pris à l'industrie et à la science françaises; mais nous avons reconnu le mérite des idées germaniques qui nous ont semblé rationnelles. Dans le même esprit de loyauté, nous avons relevé les emprunts du domaine public, les inconséquences et les inexactitudes de nos compatriotes, tout en rendant pleine justice à ce que nous avons rencontré de bon, de vrai et de juste dans leurs idées ou leurs prétentions. Voilà tout, et nous avons la conviction d'avoir écrit pour le bien de l'industrie sucrière et de lui avoir été utile en dévoilant les ruses, les manœuvres et les erreurs dont elle est trop souvent la victime.

« Il a tort, dira l'un; pourquoi faut-il qu'il nomme? » Comment! un écrivain veut faire un livre sur l'industrie sucrière, il sent qu'il doit la vérité à ses lecteurs, et il n'aura pas le droit et le devoir de leur dire que les procédés de Schützenbach, de Robert, de Rousseau, de Possoz et d'une foule d'autres sont du domaine public dans ce qu'ils ont d'essentiel! Il n'aura pas le droit de le démontrer et de prévenir ses lecteurs qu'ils achètent leur propre bien en achetant les fantaisies et les inventions faciles des assimilateurs! Ces allégations ne sont pas sérieuses et ne prouvent qu'une seule chose, qui est la tendance à un excès d'indulgence pour ce qui est faute ou erreur.

Nous avouons ne pas partager cette tendance. Les droits de la société humaine sont tels qu'ils ne peuvent être lésés par des individualités sans qu'il en ressorte l'obligation, pour les écrivains, de signaler toutes les atteintes au droit commun, dont ils acquièrent la preuve dans leurs études ou leurs recherches. Cette indulgence, qui peut être considérée comme la

preuve d'un excellent naturel chez l'homme privé, dans les relations habituelles, devient une faute grave, lorsqu'elle peut faire éprouver un dommage à l'industrie dont on étudie les détails et, quoi qu'il lui en coûte, l'auteur d'un traité spécial ne doit pas être arrêté par de semblables considérations. C'est ainsi que nous sentons et que nous comprenons la responsabilité de l'écrivain, qui veut faire autre chose qu'un métier, et qui désire avant tout le bien public.

Cette manière de voir nous semble mériter une grande considération en toutes matières; mais il est loin d'en être ainsi. Les faits anciens de l'histoire humaine, et des preuves plus récentes en font une démonstration complète et montrent les résultats de l'insouciance que l'on apporte dans la recherche du vrai.

Si nous avons pu, à vingt ans, nous laisser entraîner par des mirages, trente ans d'expérience nous ont bien désillusionné. Nous avons vu, depuis, ce qu'il convient de penser en entendant les protestations des rhéteurs. Le mot suprême de tout cela est égoïsme.

En politique, les défenseurs du peuple ont songé à remplir leurs caisses vides; les partisans de la populace n'ont songé qu'à s'en faire un levier pour atteindre leur but. Les apparences de dévouement à la cause publique ont couvert des ambitions effrénées, des cupidités insatiables, des vanités féroces, des nullités absolues. Tous nos sauveurs se sont fait payer une prime pour un sauvetage imaginaire et, des plus grands aux plus petits, on cherche en vain quelques rares exceptions pour lesquelles le bien soit l'attrait du bien. Tous ces gens-là ne sont pas la France, Dieu merci, pas plus que la lie d'une grande cité n'en est la véritable population.

Dans la science, nous retrouvons les mêmes errements. Une foule d'incapacités déclassées, des usuriers de la plume, des fantoches de tout genre parlent de science comme les politiques parlent du dévouement au pays, et parviennent à la réputation, aux honneurs, à l'argent, par le même procédé. L'emploi des grands mots, des phrases redondantes, des théories creuses, suffit pour abuser la masse du vulgaire, et bientôt le succès vient couronner ces manœuvres. Un pavillon menteur a servi à couvrir une marchandise avariée, et les opinions les plus fausses, les idées les plus bizarres s'établissent et s'incrustent

dans l'esprit du public. Il faut de longues années pour revenir à la vérité. Tous ces prétendus savants ne représentent pas la science française; ils en sont les ennemis, d'autant plus nuisibles qu'ils savent mieux faire abus du langage scientifique.

En technologie, sur cent inventeurs, quatre-vingt-dix, peut-être, ont puisé leur génie dans le bien commun. Les uns vont chercher leurs inventions dans les archives de l'industrie et se contentent de reproduire les machines et les procédés d'autrui en y adaptant leur nom; d'autres emploient un mot pour un autre sans rien changer à la chose; quelques-uns, plus scrupuleux et plus timorés, ajoutent des inutilités, des complications destinées à faire prendre le change. Jamais l'art de tromper ne fut exercé sur une aussi vaste échelle.

Si l'on joint à cela l'adresse infinie avec laquelle les constructeurs savent compliquer les engins et les machines, créer des frais et des dépenses là où ils ne sont pas nécessaires, on comprendra que, si le but de la vie moderne est de *faire de l'argent*, les moyens d'y parvenir sont loin d'être toujours honnêtes.

Dans ces différents ordres d'idées, nous comprenons la stupéfaction des croyants, lorsqu'on touche à l'une de leurs idoles, et nous nous rendons compte de la position fausse qui devient l'écueil des amis de la vérité. Le vulgaire, habitué à regarder tel déclamateur comme un héros spartiate, s'irrite et s'indigne quand on lui démontre que ce héros n'est qu'un poltron, fuyant le danger auquel il envoie les autres; il s'exclame et se révolte si on lui prouve que ce désintéressé n'est qu'un simple voleur ou un escroc ordinaire; il entre dans des fureurs étranges, lorsqu'on découvre un forçat sous les broderies d'un chef de rencontre, un assassin sous les vêtements d'un sauveteur.

Les mêmes indignations et les mêmes colères poursuivent l'homme assez osé pour contester la science frelatée d'une notabilité de mauvais aloi, dont le succès n'a eu pour origine et pour point d'appui que notre insouciance. On regarde comme des crimes l'accusation et la preuve d'ignorance dirigées contre tel écrivain renommé, contre tel professeur célèbre, contre tel fabricant de mémoires académiques, et l'on condamne aux gémonies, presque sans l'entendre, celui qui rejette les oripeaux, déchire les vêtements d'emprunt et met à nu les fautes et les misères réelles, les défaillances et les lâchetés. C'est pis encore

si l'on s'attaque à la race des inventeurs, qui n'ont rien inventé, mais qui ont su trouver leur richesse dans les coffres d'autrui, en vendant fort cher ce qui ne leur a jamais appartenu. La réprobation, les sarcasmes, la calomnie et l'injure sont la récompense la plus ordinaire de ceux qui cherchent à rétablir la vérité dans toute son intégrité. Il semble que, dans notre époque, on éprouve le besoin d'être trompé, tant est grande la haine que l'on témoigne envers ceux qui, ne voulant pas être dupes, disent nettement ce qu'ils pensent de ces fourberies.

Nous rendons cependant pleine justice aux intentions de bienveillance universelle de certaines personnes, et nous comprenons qu'il existe des tempéraments pour lesquels, théoriquement surtout, pratiquement quelquefois, tout ce qui se passe en dehors d'un cercle étroit d'intimité soit indifférent. C'est une affaire d'organisation; mais tout le monde ne peut atteindre à cette douce quiétude, à cette longanimité, qui fait tolérer le mal presque à l'égal du bien. Quoi qu'il arrive, nous ne pouvons partager cette tranquillité d'esprit, et nous la regardons comme blâmable dans toute étude destinée à la publicité. Nous n'avons pas à être indulgent; nous avons à être vrai. Nous devons signaler les écueils, indiquer les dangers, faire voir les fautes, autant et aussi complétement que nous le pouvons, sans nous préoccuper des blessures faites à la vanité ou aux intérêts particuliers.

Si, malheureusement pour nous, nous étions engagé dans les rouages de la politique, nous élèverions la voix contre les abus dont nous disions un mot tout à l'heure; nous dévoilerions les ambitions malsaines, les vanités incapables, les manœuvres honteuses, parce que l'intérêt du pays doit faire taire les vaines considérations et les apitoiements intempestifs. En matière de science et d'application industrielle, le devoir est le même. Il y a, pour l'écrivain, une obligation stricte, un devoir absolu, qui est la recherche et la démonstration de la vérité, envers et malgré tout. Or, à notre sens, ce n'est pas dire la vérité que de l'entourer de circonlocutions fallacieuses, et de la présenter avec un luxe de précautions hypocrites, dont le résultat final est de tromper les natures simples et droites. Nous ne voulons pas de ce rôle qui ravale la science tout en abaissant l'écrivain, et nous resterons fidèle à la ligne de conduite que nous avons adoptée dans tous nos travaux. Nous

n'écrivons pas pour encenser les mérites imaginaires ou couvrir les bévues par des phrases à effet; nous devons la vérité à nos lecteurs sur tous les sujets qui font partie de notre plan, et nous la dirons nettement, crument, aussi bien dans le blâme que dans la louange, sans exceptions autres que celles qui dépendent des erreurs involontaires et de l'étendue trop restreinte de nos connaissances.

Ce troisième volume forme le complément de notre œuvre. Les matières qui y sont traitées présentent une importance considérable; mais les détails renfermés dans notre second volume, l'étude des principes généraux, celle de l'extraction industrielle du sucre de betterave nous ont permis de passer plus rapidement sur les faits acquis et de nous attacher plus particulièrement aux faits spéciaux, tout en embrassant une série de questions très-détaillées et très-complexes.

Après l'examen des procédés et des méthodes de la sucrerie de betterave, nous étudions l'extraction du sucre des *graminées saccharifères*, des *sèves sucrées*, des *plantes accessoires*, et nous terminons cette partie de notre travail par des observations complémentaires relatives à l'*organisation des fabriques de sucre*, tant dans l'industrie indigène que dans l'industrie exotique.

Notre quatrième livre est consacré à la SUCRERIE AGRICOLE. Une question aussi importante, tranchée depuis longtemps par la raison et les faits, ne pouvait être mise convenablement en lumière que par des vérifications pratiques, tant au point de vue de la méthode à suivre que sous le rapport de l'outillage. Ces vérifications ont eu lieu, et les résultats acquis nous permettent aujourd'hui d'être plus explicite. Nous avons donné à l'étude de la sucrerie agricole toute l'étendue qu'elle comporte, et nous nous sommes attaché à faire voir les avantages qui résultent de la transformation de nos errements agricoles, tant pour les agriculteurs que pour la nation entière.

Le RAFFINAGE *du sucre prismatique*, de toute provenance, forme l'objet du *cinquième livre*, à la suite duquel nous avons exposé les méthodes usitées pour l'utilisation des *mélasses* et des résidus de la sucrerie.

Le *sixième livre* est consacré aux diverses questions technologiques ou financières que soulève l'établissement d'une fabrique de sucre, et nous exposons, dans l'*appendice*, sous forme

de *documents complémentaires*, les principales dispositions de législation qui peuvent intéresser la fabrication.

L'ensemble de notre travail, qui embrasse le cadre le plus étendu qui ait été consacré à l'industrie sucrière, depuis son origine, est complété par notre grand ouvrage sur l'alcoolisation, et notre *Guide du fabricant d'alcools et du distillateur*, entièrement terminé, vient corroborer nos travaux sur le sucre, au point de vue de la technologie, en exposant les détails de la plus grande industrie qui dérive essentiellement du sucre.

La tâche était immense, sans doute, et nous aurions reculé devant les difficultés sans nombre dont elle était hérissée, si nous n'avions songé qu'à notre propre insuffisance. Confiant dans la bienveillance de nos lecteurs, certain de notre bonne volonté et habitué au travail que nécessitent les recherches de chimie appliquée, nous nous sommes entouré des renseignements les mieux établis; nous avons vérifié les allégations, confronté et contrôlé les preuves, afin de pouvoir donner à notre ouvrage un caractère sérieux d'utilité et de nous éloigner de toutes les appréciations systématiques dont les conséquences sont quelquefois désastreuses.

Nous croyons fermement que, par la vérité seule, on peut parvenir à écarter de l'industrie sucrière les parasites qui la dévorent. Nulle part, en effet, on ne pourrait constater de prétentions plus exorbitantes de la part d'un plus grand nombre d'inutiles. Toutes les médiocrités semblent s'être donné un mot d'ordre pour se ruer au pillage de la sucrerie. Tel, à peine sorti des bancs d'une école où il n'a brillé que par la paresse et l'inapplication, ouvre un laboratoire pour l'*exploitation* de la sucrerie; tel autre, plus arrêté dans ses idées, rassemble dans les brevets oubliés ce qu'il espère vendre aux fabricants, sans peine et sans travail; on voit jusqu'à des courtiers se poser en inventeurs. En présence de tant d'ennemis, la fabrication n'a qu'une ressource, qu'une sauvegarde, la science des faits et des principes.

Il est difficile d'apprendre à quelqu'un ce qu'il *sait* mieux que le professeur; il n'est pas aisé de vendre à un industriel ce qu'il *sait* lui appartenir. Nous le répétons encore, le salut est là, dans la connaissance approfondie des faits et des principes industriels. C'est par cette connaissance que le fabricant échappera à ces charlatans dont l'ignorance n'a d'égale que

leur vanité et leurs prétentions; c'est ainsi que, devenant lui-même habile dans son art, il cesse de prendre au sérieux les absurdités dont on cherche à tirer bénéfice à ses dépens, et qu'il peut choisir librement parmi les procédés, les méthodes et les engins, dont l'avantage lui a été démontré par l'étude et l'observation.

Nous voudrions qu'il fût aussi difficile de tromper la sucrerie que certaines autres industries d'application. La métallurgie, par exemple, est tellement avancée sous le rapport technologique, que la plupart des tentatives de spéculation seraient aussitôt repoussées par les industriels. Un procédé nouveau, même sérieux, n'est admis qu'après des preuves convaincantes, et la plupart des chances de tromperie se trouvent écartées par l'habileté et la science des fabricants. Pourquoi n'en serait-il pas de même en sucrerie, et pourquoi les fabricants de sucre ne pourraient-ils pas apprendre leur profession avec assez de soin et de succès pour repousser les attaques intéressées de ceux qui voudraient se faire un revenu facile aux dépens de leurs caisses? Un spécialiste consciencieux, dont les efforts parviendraient à conjurer ce danger, nous paraîtrait avoir rendu au pays un grand service.

Nous n'avons pas la prétention d'avoir érigé à l'industrie sucrière le monument durable dont parle le poëte; mais nous espérons que nos lecteurs apprécieront les efforts que nous avons faits, dans l'état actuel de la science, pour rester constamment dans la vérité applicable.

Paris, 1873.

— — - —

LIVRE III

FABRICATION INDUSTRIELLE DU SUCRE PRISMATIQUE

SECTION III.

Extraction du sucre des graminées saccharifères

Lorsqu'on étudie attentivement les principes exposés précédemment sur la nature des jus sucrés et les procédés à suivre pour extraire le sucre prismatique et l'isoler des matières étrangères, on comprend que tous les jus sucrés, provenant des matières saccharifères les plus dissemblables en apparence, doivent être traités d'après les mêmes règles, et que les différences prétendues, alléguées par certaines personnes pour les besoins de leur cause, ne méritent pas d'attirer autant d'attention que l'on a voulu en provoquer sur ce point. Les différences vraies ne dépendent nullement de ce que l'on a bien voulu dire, et il suffit, pour le saisir, d'examiner très-sommairement la situation.

Quelle que soit la matière première de la sucrerie, il faut toujours extraire le jus sucré, l'extraire en totalité, si l'on veut obtenir du rendement, le purifier, le concentrer, le cuire et débarrasser les cristaux des eaux-mères. Or, un jus peut être plus ou moins sucré, plus ou moins riche, et il est clair qu'un jus plus riche fournira plus de sucre qu'un liquide plus pauvre. Ce jus peut contenir plus ou moins de matières étrangères, plus ou moins de sels, de glucose, de matières colorantes; il en ré-

sultera une difficulté plus ou moins grande dans la purification et la cristallisation, mais ces différences se retrouvent dans une même matière première, selon la variété de la plante cultivée, le mode de culture, l'influence de la saison et des engrais, la maturité plus ou moins grande, etc. La conclusion de ceci est que les principes généraux sont applicables à tous les jus sucrés, sous la réserve des modifications utiles dans le traitement, dans le dosage des agents de purification, indiquées par la nature et la composition du jus que l'on traite. Ainsi, nous n'avons jamais compris que Vauquelin, malgré tout son talent, désignât le sucre prismatique de la carotte comme *difficile à extraire*, pas plus que nous ne comprenons l'expression de certains planteurs de canne, lorsqu'ils disent que le *sucre ne veut pas cuire*. Le sucre s'extrait bien, se cuit bien *toujours*, lorsque le jus a été bien extrait et convenablement purifié.

Ceci posé et bien compris, nous ne songerons plus qu'à appliquer, normalement et régulièrement, les principes technologiques à l'extraction du sucre des matières premières différentes de la betterave, en nous appuyant sur les changements de composition pour tracer les modifications à introduire dans le travail proprement dit. Un produit unique, créé par la nature dans des conditions identiques, requiert les mêmes procédés d'extraction, ou, tout au moins, des procédés reposant sur les mêmes bases scientifiques.

De toutes les plantes saccharifères possibles, les graminées seraient les plus parfaites au point de vue cultural, comme sous le rapport technologique, si elles pouvaient se semer, se cultiver et se récolter comme le froment, le seigle ou le maïs, tout en conservant leur pureté de composition et une grande richesse saccharine. Elles seraient, dans ces conditions, destinées à un monopole inattaquable et aucune plante ne pourrait lutter avec elles. Que la canne, par exemple, *semée* en avril et récoltée en octobre, fournisse 15 à 18 % de sucre sous nos climats tempérés, il est évident que la betterave se verra tout aussitôt reléguée parmi les ressources sucrières des contrées moins privilégiées, ou considérée seulement comme un succédané, profitable à l'amélioration des terres par les cultures qu'elle exige, et utile surtout à l'engraissement du bétail par la nourriture abondante que produisent ses résidus. C'est bien de cette manière que l'on avait, dans un temps, envisagé les conséquences

de l'introduction du sorgho, sur lequel on avait fondé tant d'espérances qui ne se sont pas réalisées.

Tout ce mirage disparaît devant la réalité. La canne exige une culture trop longtemps prolongée, une chaleur trop grande, et un séjour trop long en terre pour que l'on songe sérieusement à en faire une plante sucrière européenne. On ne pourrait en conseiller l'essai que dans les conditions thermiques que nous avons signalées[1], et la culture de cette graminée saccharifère, localisée dans certaines localités privilégiées, ne serait guère qu'un auxiliaire de la betterave, qui semble appropriée à tous les besoins culturaux et industriels des régions plus froides, dont la canne se trouve exclue.

Le sorgho est une *plante gâtée*, perdue, par la négligence de ceux qui ont eu l'air de s'en occuper. Telle qu'elle est, elle est devenue d'un traitement fort difficile, à raison de l'extrême abondance de glucose qu'elle renferme, et il faudrait de nombreuses années d'amélioration pour en faire la canne à sucre des pays tempérés. De nos observations personnelles, il résulte clairement que le résultat est possible; mais il ne faut pas oublier que, dans la vie d'Europe, une plante industrielle cédera toujours devant celle qui sera tout à la fois une plante alimentaire pour le bétail, une plante améliorante, et une plante industrielle.

Enfin, le maïs reste à étudier sous tous les rapports : le grand desideratum, à l'égard de cette graminée, consiste dans l'obtention d'une variété riche en sucre par sa tige, et conservant cette richesse après la maturation des graines. Nous ne disons pas que la question ainsi posée soit insoluble, mais, au moins, pouvons-nous la regarder comme d'une solution difficile et probablement fort éloignée.

Ainsi, dans la situation présente, la betterave reste, sans contestation possible, la plante sucrière des pays tempérés, dont les hivers sont assez longs et rigoureux, et où l'agriculture intensive est devenue un besoin social. La canne à sucre est limitée aux contrées chaudes, où les hivers sont remplacés par une saison pluvieuse. Le sorgho pourrait être localisé entre ces deux extrêmes, et le maïs n'est pas encore entré dans la lutte d'une manière définitive.

1. Tome I, page 520 et suivantes.

Quoi qu'il en soit, et en considérant les choses de plus haut, en dehors des observations relatives à la station géographique, il est un point qui mérite d'attirer l'attention des observateurs. Nous avons vu que la betterave est une plante avide d'alcalis et de matières azotées. Cette avidité est telle que, par l'emploi de certains moyens agricoles, les compositions *dites* de M. Ville, par exemple, combinées avec les engrais animaux, on peut enrayer le travail industriel et rendre très-difficile, sinon impossible, l'extraction du sucre, dans les procédés ordinaires des fabriques. Nous savons, d'un autre côté, que la betterave est tellement *gourmande* de chlorures qu'elle semble les absorber de préférence et que sa culture est un excellent moyen de débarrasser les sols d'un excès de ces sels. Avec les graminées, on se trouve dans des conditions toutes différentes. Elles sont avides de phosphate de chaux et de silice, qui ne présentent pas d'inconvénient en sucrerie; elles n'absorbent que des quantités très-faibles d'alcalis; les matières azotées semblent n'exister dans leurs tiges qu'en passant, et en très-faible proportion à la fois, puisque ces matières ne se trouvent notablement que dans les graines, en sorte que le jus des graminées saccharifères est de beaucoup plus pur et plus facile à traiter que celui de la betterave. Cette observation de théorie, conforme aux principes généraux et aux faits analytiques, se trouve confirmée par la pratique. Comment donc se fait-il que, dans un tel état de choses, des spéculateurs européens aient voulu introduire dans les pays producteurs de cannes les systèmes complexes dont ils font grand bruit en Europe? La seule raison à apporter de cette anomalie repose, évidemment, sur l'avidité des uns et l'ignorance des autres, et nous aurons occasion de le démontrer plus en détail. Quel besoin un jus presque incolore a-t-il du noir animal? A quoi bon se servir des sulfites belges, renouvelés de 1810? Pourquoi chercher à contrefaire la sucrerie de betterave, dans les procédés, les méthodes et les engins inapplicables à la canne, et ne pas se contenter de mettre en pratique les principes de la sucrerie, en tant qu'ils doivent être exécutés sur des jus plus riches et plus purs? Nous ne craignons pas de le dire très-nettement : il y a dans toutes les manœuvres que l'on voit pratiquer à l'égard de la sucrerie exotique, déloyauté de la part des uns et paresse inconsciente de la part des autres. Les chaudronniers ne disent pas aux planteurs coloniaux ou autres que,

avec le jus de la canne, c'est une sottise de se jeter dans les bras le triple effet et ses ruineux accessoires, puisque le vesou, *un peu déféqué*, donne des sucres magnifiques à l'air libre; ils ne leur conseillent pas la simplicité qui convient à un jus dans lequel le sucre est presque pur; ils n'ont pas intérêt à être honnêtes, et ils ne le sont pas. D'un autre côté, la vanité ridicule de certains ne permet guère de leur faire d'objections. Nous en avons entendu dire les plus grossières énormités, de la meilleure foi du monde, et l'un de ces incompris nous soutenait un jour que, puisqu'il fallait tant d'outillage pour le traitement de la betterave, la canne valait bien que l'on dépensât autant pour elle. Il ne fut pas possible de faire comprendre à ce passionné d'excentricité que, le sucre de la canne pouvant se faire dans un chaudron, il est inutile de vouloir imiter servilement la sucrerie de betterave, dont chaque opération est un tour de force, et chaque réaction une difficulté. D'autres prétendent que, en leur conseillant la simplicité, on veut empêcher la canne de faire concurrence à la betterave, son heureux antagoniste... Il est impossible d'analyser ce que l'on entend d'opinions fausses, de divagations de tout genre, dont on aurait presque le droit de s'offenser si on ne les attribuait à leur véritable cause.

Le premier chapitre de ce livre est spécialement destiné à la sucrerie exotique, à l'étude de l'extraction du sucre de la canne. Nous espérons que les planteurs, après l'avoir parcouru, s'inspireront d'idées plus vraies, plus conformes aux enseignements d'une saine technologie. Ceux qui, parmi eux, ont voulu introduire dans leur pays les méthodes européennes, les méthodes perfectionnées, verront aisément qu'ils ont fait une confusion regrettable entre la perfection des méthodes et la complexité des procédés et des engins; qu'ils ont pris, à leur insu, de la chaudronnerie pour de la sucrerie. Ceux qui, plus retardataires, en sont restés aux méthodes barbares d'un autre siècle, comprendront que, si la canne requiert un traitement simple et un outillage approprié à cette simplicité, il y a autant d'erreur à lutter contre le progrès qu'à le faire consister en mécaniques inutiles.

C'est dans un sage milieu que se trouve ce progrès tant cherché et tant vanté. Ce n'est pas dans l'équipage du père Labat qu'on le rencontrera, mais il n'existe pas davantage dans les conceptions de spéculation de la maison Gail ou des autres

chaudronniers qui veulent assimiler, sans raison, le traitement de la canne à celui de la betterave. Nous espérons élucider ce débat, et nous n'arracherions que de rares victimes à l'avidité chaudronnière que nous nous estimerions heureux de ce résultat.

CHAPITRE PREMIER

Extraction du sucre de la canne.

En examinant froidement la situation, on est forcé de convenir de la négligence des technologistes à l'égard de la sucrerie de canne. Rien de sérieux n'a été fait au sujet du traitement de cette plante, et si quelques spécialistes se sont occupés de la culture de la canne à sucre, ceux qui ont traité de la fabrication ne nous semblent pas avoir été à la hauteur de leur tâche. La plupart ont eu, en effet, pour but capital de préconiser des méthodes personnelles, de vanter des dispositions ou des engins particuliers, sans chercher à ramener la sucrerie exotique dans la voie du progrès réel. Les mémoires, fort nombreux, qui ont été imprimés sur cette matière, ne paraissent guère être autre chose que des réclames, et il est inutile de s'y arrêter. Les seuls travaux qui puissent inspirer quelque confiance sont les recherches analytiques auxquelles divers savants se sont livrés et qui peuvent contribuer à éclairer la situation industrielle. Parmi ces travaux, on doit citer les recherches de M. E. Péligot, dont nous aurons à parler dans un instant, et qui ont été faites avec cette sagacité et cet esprit d'observation que le savant chimiste possède à un haut degré. Nous analyserons les données et les observations de divers auteurs, qui ont, à différentes époques, conseillé des améliorations, et nous nous efforcerons d'apporter quelque lumière dans ce chaos.

Pour parvenir à tracer un exposé complet et méthodique des faits relatifs à la sucrerie de canne, nous partageons ce chapitre en plusieurs paragraphes.

Dans le premier, nous reproduisons, sous la forme de considérations générales, ce qu'il nous a paru utile de conserver des données de notre première édition, et nous complétons ces don-

nées par des observations relatives aux recherches de M. Péligot. Le second paragraphe traite des procédés vulgaires employés encore par certains fabricants. Dans le troisième paragraphe, nous étudions les procédés de la fabrication moderne perfectionnée, en tant qu'ils sont applicables à la canne à sucre. Le quatrième paragraphe est consacré à l'étude spéciale de quelques procédés particuliers. Les usines centrales font l'objet du cinquième paragraphe, et nous terminons cette étude par des appréciations financières et des observations sur la situation de la sucrerie exotique.

Cet ensemble, réuni et comparé aux notions acquises sur la sucrerie en général et sur la sucrerie de betterave, nous paraît de nature à satisfaire les exigences légitimes des fabricants de sucre exotique, et à condenser, en un petit nombre de pages, les faits qui les intéressent le plus et qu'ils ne doivent pas perdre de vue.

I. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

A part quelques exceptions recommandables, la fabrication exotique du sucre de canne est encore tellement arriérée qu'elle semble n'avoir pas fait un mouvement vers le progrès depuis son origine. Et cependant elle possède tous les éléments de succès que l'on puisse désirer; depuis la Louisiane jusqu'aux dernières limites de la culture de la canne, aux Antilles, au Brésil, dans les îles isolées, en Chine et dans l'Indoustan, en Afrique même, la fabrication du sucre de canne pourrait prendre d'immenses développements, et donner des masses incalculables de produits, si les fabricants consentaient à entrer dans la voie des améliorations...

La division de la canne ne peut se faire par la râpe; mais elle peut être faite avantageusement et rapidement par le hache-paille; l'expression grossière du suc peut être remplacée par un bon système de macération ou de lévigation, et les autres opérations, conduites comme dans la sucrerie indigène, peuvent réaliser les résultats les plus avantageux. Il faudrait, pour cela, moins d'apathie et d'amour-propre que l'on n'en rencontre malheureusement, et lorsqu'un progrès exige des qualités morales gênantes, il se fait longtemps attendre.

Les colons, sortis de la vieille Europe, sont jaloux de leur

mère, et s'ils en tirent la plupart des éléments du luxe et du confortable, nombre d'entre eux s'imaginent n'avoir rien à lui demander sous le rapport de l'intelligence... Soit; la nature a donné à tous les hommes l'instrument merveilleux du travail intellectuel; mais il s'atrophie dans l'oisiveté et finit par ne plus être apte pour ses nobles fonctions. Ceux qui rougiraient d'imiter les procédés industriels de l'Europe ne se font pas faute de lui emprunter ce qu'elle peut avoir de mauvais, et, sous ce rapport, l'Amérique n'a rien à envier au vieux monde.

Il y a, nous l'avons dit, d'honorables exceptions; mais les exemples servent peu dans les contrées intertropicales, et nous tenons de source certaine que les hommes d'initiative ne peuvent guère y obtenir, à force de dévouement, de courage, et souvent de talent réel et d'esprit d'observation, que la répulsion, le mépris parfois, et souvent la réputation de folie s'attache à leur nom.

Dans les États-Unis, il semble se faire un mouvement assez prononcé vers l'amélioration des procédés, des méthodes et de l'instrumentation... Quelques sucreries fonctionnent à la vapeur et utilisent mieux leurs bagasses; quelques fabricants marchent en avant et cherchent à faire plus et mieux; mais, là aussi, les hommes de mouvement sont rares, bien qu'ils appartiennent à la terre classique du mouvement, et il y a plus de mercantilisme que d'esprit d'industrie, que d'idées vraiment manufacturières.

Dans les Antilles, on parle beaucoup de progrès; on fait un peu de chaudronnerie. Les créoles font des discours sur le triple effet, le vide, le concretor, boivent une orangeade, font une sieste et ne sont pas plus avancés sur la question sucrière. Il est vrai que, avec un peu d'usines centrales à l'appui, avec un peu de maison Cail, et autres, ils arrivent tout doucement à la ruine. Ils crient alors, mais il est impossible à un esprit impartial de décider où est la première faute. Sans doute, la maison Cail fait des promesses et les autres s'y laissent prendre; voilà le fait brutal. Mais qui donc a prié les planteurs de prendre un atelier de chaudronnerie pour un lieu d'enseignement où l'on puisse apprendre la sucrerie? Pourquoi n'étudient-ils pas leur métier, avant de se livrer, pieds et poings liés, à l'une des spéculations les mieux organisées de l'époque?

La maison Cail est dans son droit en faisant ses conditions. Elle a tort, faisant des conditions draconiennes, de se donner pour le salut de la sucrerie. Voilà tout. Du reste, bonne construction, ingénieurs habiles, capitaux, possibilité de faire crédit et d'enserrer le débiteur, elle a toutes les circonstances favorables pour elle. Pourquoi le planteur va-t-il se courber sous ce joug de fer? C'est bien sa faute, à lui, et la maison Cail, aussi bien que quelques autres, ne fait que suivre les errements de sa fondation.

Aux Antilles françaises, on ne fait rien que du bavardage. Il n'y a d'exception à cela que pour quelques fabricants très-rares, qui ont conservé les anciennes traditions.

De bonne foi, que fait-on au Brésil, au Mexique, au Pérou, en Cochinchine, dans l'Inde, à Maurice? De la chaudronnerie encore. Les colonies anglaises ne sont pas plus sensées que les nôtres et, à Maurice, on aurait à rire, si le sujet n'était si grave, des absurdités débitées avec le flegme anglo-français par les docteurs du pays. Nous pourrions commettre, à ce sujet, de piquantes indiscrétions.

D'où vient donc que les uns restent dans l'ornière et que les autres prennent la tôlerie et le cuivre pour le progrès? Cela est pénible à dire, mais c'est à un très-honnête homme qu'il faut faire remonter une des causes de ce désordre industriel. M. Péligot avait fait un mémoire excellent sur la betterave et il avait complété ce travail par un second mémoire sur la canne à sucre. L'opinion principale de ce dernier travail, erronée, sans doute, au fond, mais exacte par rapport aux circonstances dans lesquelles les recherches avaient été faites, consistait à dire que la canne renferme 18 °/₀ du sucre, *sans glucose*. Cette opinion était fausse, parce que l'expérience n'avait porté que sur des portions de canne et sur du jus exceptionnel. Les planteurs en inférèrent que, pour obtenir tout le sucre de la canne, c'est-à-dire 18 °/₀ au lieu de 5 °/₀, il fallait changer leur méthode, leur outillage, et adopter les procédés et les engins d'Europe. Il y avait là dedans du vrai et du faux.

Les progressistes, après d'énormes dépenses, n'ont jamais dépassé 9 °/₀. Les autres, les prudents, comparant les sommes payées à la chaudronnerie, l'intérêt du capital et la valeur des 4 °/₀ d'excédant, ont trouvé que l'économie n'était pas grande et ils sont restés dans le *statu quo*.

C'est ici le moment de résumer les travaux de M. Péligot, d'indiquer les données comparatives entre la betterave et la canne, qui résultent de ces travaux, et de formuler nos objections. Nous reproduisons donc, avec des modifications insignifiantes, ce que nous disions à ce sujet dans notre première édition.

« Nous nous sommes élevé, et nous protestons encore contre la tendance manifestée par les planteurs coloniaux à voir dans la sucrerie indigène une rivale et une ennemie de leur propre industrie : c'est qu'en effet un allié, un auxiliaire ne peut être regardé comme un ennemi, surtout lorsqu'il s'agit du bien public et de l'intérêt commun, et cette idée tombe sous le sens. A Dieu ne plaise que l'on voie dans nos paroles aucune trace de sentiments personnels que nous désavouons hautement, car nous n'avons jamais eu la moindre pensée hostile envers la sucrerie exotique, pas plus qu'envers la fabrication indigène ; mais il importerait que les fabricants des colonies, aussi bien que ceux de la mère patrie, comprissent la nécessité de se placer à la hauteur de leur tâche, et ils ne parviendront jamais à ce noble but qu'en étudiant sérieusement ce qui se rapporte à leur industrie, mais surtout en se dépouillant des passions personnelles qui les ont excités les uns contre les autres jusqu'à nos jours.

« Un peu d'attention doit suffire à convaincre les esprits impartiaux du peu de valeur des discussions stériles qui ont eu lieu, et il ne faut que jeter un coup d'œil sur la situation réelle de la consommation actuelle pour comprendre que les deux industries sucrières ne peuvent se nuire en aucun cas, et que, réunies par des efforts communs, elles peuvent subvenir aux plus puissantes éventualités.

« Supposons la population française égale à 40 millions d'habitants et admettons une consommation moyenne de 3k,33 par tête, ce qui nous donne un chiffre de 133,200,000 kilogrammes. A partage égal, chacune des deux sources de la production du sucre devrait entrer dans ce chiffre pour 66,600,000 kilogrammes, et il y a bien des années où la fabrication n'atteint pas à cette limite.

« Par contre, et comme il est rationnel de l'admettre, cette consommation est appelée à s'accroître dans des limites très-étendues, et l'on peut évaluer le chiffre de la consommation

utile comme égal à 20 kilogrammes par tête, soit 800 millions de kilogrammes. Il est certain que le sucre, diminuant de valeur vénale, ne serait pas de longues années avant d'être consommé dans cette proportion considérable; mais, pour ne pas susciter de contradictions inutiles, admettons seulement une consommation de 10 kilogrammes par tête, ou 400 millions de kilogrammes pour la population entière. La canne et la betterave ne peuvent fournir chacune à une production de 200 millions de kilogrammes dans les conditions agricoles où elles se trouvent, en sorte que, loin d'avoir à se nuire mutuellement, elles laisseraient encore de la place pour un troisième concurrent, place dont le sorgho pourrait être appelé à s'emparer. On sent toute la puérilité des débats qui se sont fait jour à cet égard et combien les idées d'antagonisme qui ont traversé tant de têtes étaient mal fondées[1].

« Nous avons vu que si la canne est plus riche que la betterave, celle-ci, mieux travaillée par des procédés plus ingénieux et plus rationnels, arrive à un rendement égal ou même supérieur. Cependant, on est loin d'obtenir de la betterave ce qu'elle pourrait donner par une culture mieux entendue, par l'amélioration des espèces et par une fabrication mieux étudiée. On peut affirmer hardiment qu'en France la betterave devrait donner un rendement manufacturier d'un tiers au moins plus considérable, mais que le rendement de la canne n'est que le tiers de celui qu'on est en droit d'en obtenir. En effet, une plante dont la richesse est 10 devrait au moins fournir un rendement de 7; et le végétal qui renferme de 16 à 20 de sucre doit produire de 11 à 14, à dose égale de matières étrangères nuisibles à l'extraction... Il s'en faut de beaucoup aujourd'hui que ces chiffres soient atteints; mais le résultat de l'amélioration des procédés manufacturiers seulement conduirait à une production double, ainsi qu'il serait facile de le constater par des chiffres. Nous ne nous y arrêterons pas cependant, et nous allons exposer les divers travaux de M. Péligot sur la canne à sucre,

1. Depuis l'époque où ces lignes ont été écrites, la situation a changé, sans que le raisonnement qui y est exposé soit infirmé. La production française s'est élevée, pour la betterave, à 400 millions de kilogrammes, mais la consommation est loin d'atteindre son chiffre normal, et nous sommes devenus exportateurs. Cela n'empêche pas les Colonies et les autres pays de fabrication exotique de vendre parfaitement leurs produits.

afin de mettre le lecteur à même d'apprécier les objections que l'on a émises contre les opinions de cet observateur.

« Nous avons déjà indiqué les résultats obtenus par M. Péligot sur la betterave, et nous n'avons pas à les reproduire ici, mais nous ne pouvons passer sous silence les conclusions de ce savant distingué, au sujet de son travail sur cette racine [1].

« M. Péligot déclare, avec une honorable franchise, qu'on ne peut énoncer qu'avec beaucoup de circonspection et de réserve les conséquences pratiques à en déduire pour améliorer la fabrication du sucre; la question qui se présente est complexe et mérite, dit-il, d'être mûrement méditée par les fabricants; ses éléments doivent être modifiés par suite du procédé d'extraction employé et des circonstances locales où sont placés les fabricants.

« Plusieurs procédés d'extraction se trouvent en présence : le mode suivi en France consiste dans l'évaporation du jus extrait de la racine fraîche, tandis que, dans le nord de l'Europe, on procède par dessiccation et lavage des cossettes... « On sait encore qu'un des grands écueils que présente l'industrie sucrière se rencontre dans la conservation des betteraves arrivées à maturité. Une température trop douce ou trop froide est également funeste à la permanence de la matière sucrée dans cette plante bisannuelle. Les gelées détruisent son organisation; une température douce pendant l'hiver la fait continuer à végéter aux dépens des divers principes qu'elle a élaborés pendant sa croissance. »

« Il ressort de ce qui précède la question de savoir si, dans le procédé de l'extraction du jus, il y a intérêt à agir sur des betteraves non mûres que l'on pourrait travailler beaucoup plus tôt, ou sur des racines tout à fait mûres, lesquelles restent sujettes aux difficultés de la conservation. Nous pensons, avec M. Péligot, qu'il y a là un compte à établir et que cette question ne peut être tranchée que par l'expérience manufacturière. Quand on suit le procédé des cossettes, il est préférable d'attendre la maturité des racines, mais encore y a-t-il une réserve à faire, car, si le procédé de *dessiccation par le soleil* était mis

1. Mémoire présenté à l'Académie des sciences de Paris, le 28 novembre 1838.

en usage, il conviendrait peut-être d'arracher et de dessécher les betteraves sans attendre leur maturité, surtout dans les pays méridionaux. Sous ce rapport, M. Péligot croit ses expériences propres à fonder des espérances légitimes sur ce mode de dessiccation...

« La fabrication n'a pas sanctionné jusqu'à présent cette méthode de dessiccation, contre laquelle on a élevé de nombreuses objections. Nous pensons cependant, conformément à l'idée de M. Péligot, que l'on pourrait en retirer de notables avantages, au moins dans le Midi; mais il reste à démontrer par l'expérience que l'industrie sucrière peut s'établir fructueusement dans cette région.

« En terminant son mémoire sur la betterave, M. Péligot annonçait l'intention de s'occuper de la canne à sucre, et, en effet, moins d'une année plus tard, le savant chimiste présenta sur ce sujet, à l'Académie des sciences de Paris[1], un mémoire dont les conclusions firent une grande sensation dans la fabrication exotique.

« Nous croyons devoir en donner ici l'analyse détaillée en reproduisant textuellement les passages les plus importants.

« M. Péligot pose en principe que, si la connaissance des produits naturels élaborés par les arts était toujours en rapport avec l'importance des produits fabriqués, la canne à sucre devrait avoir été étudiée et connue depuis longtemps, en ce qui touche sa constitution physiologique et la quantité de sucre qu'elle contient et qu'elle peut fournir. Cela est très-exact, et la connaissance de la quantité précise de matière utile renfermée dans les matériaux traités conduit les arts à des perfectionnements successifs tels qu'ils tendent à se perfectionner constamment, en se rapprochant en pratique des données fournies par la théorie scientifique.

« La fabrication exotique n'est pas dans ces conditions ; « née à une époque à laquelle *la science ne pouvait pas encore la guider*, *elle n'a pas recherché plus tard les améliorations* qu'elle pouvait attendre d'une connaissance plus parfaite de la matière première qu'elle exploite; aussi, *elle est restée longtemps stationnaire*, et si, dans ces dernières années, elle a reçu quelques

1. Le 9 septembre 1839.

perfectionnements, *elle les doit aux efforts intelligents d'une industrie rivale* qui a surmonté avec tant de persévérance les obstacles nombreux qui s'opposaient à son développement. »

« M. Péligot pense qu'on doit admettre que *les notions les plus erronées* guident dans son travail le fabricant de sucre de canne ; il ajoute qu'un fait regrettable consiste en ce que l'on n'a pas compris qu'il était juste et même prudent d'*imposer aux colons les perfectionnements dont ils ont besoin*... « Si le gouvernement et les conseils coloniaux avaient donné à cette vieille industrie, *dans le but d'améliorer ses procédés d'extraction*, quelques-uns des encouragements qui n'ont jamais manqué à la fabrication naissante du sucre de betterave, la question des sucres, aujourd'hui si compliquée, ne se serait sans doute jamais présentée. »

« Disons, en passant, que les encouragements matériels n'ont jamais manqué à la fabrication exotique, mais que le régime colonial a toujours été un obstacle invincible aux améliorations industrielles. L'ignorance des faits scientifiques et des procédés manufacturiers, l'absentéisme, l'incurie des grands propriétaires coloniaux, l'avidité de leurs régisseurs et plusieurs autres causes doivent être prises en grande considération, sans qu'il soit nécessaire de chercher la raison du marasme colonial dans une négligence des gouvernements qui n'ont cessé de protéger la fabrication exotique par tous les moyens possibles : nous pensons cependant, avec M. Péligot, qu'il eût été juste et prudent de forcer les colons à adopter les améliorations consacrées par la science et la pratique dans l'industrie indigène, et applicables au traitement de la canne.

« Quoi qu'il en soit, l'auteur du mémoire s'appuie sur les opinions des auteurs et sur la situation commerciale des colons pour démontrer l'état d'imperfection stationnaire où est restée la fabrication exotique, quant à sa partie théorique et à sa partie manufacturière.

« Dans son *Essai sur l'art de cultiver la canne et d'en extraire le sucre*, publié en 1781, M. de Caseaux admet que le vesou est composé de sucre, de mélasse et de graisse ou de parties acides, qui réclament l'emploi de la chaux et de la cendre pour en opérer la division ou la séparation. Cet auteur estime que le sucre et la mélasse se trouvent en proportion égale dans le vesou...

M. Péligot fait remarquer que, si de Caseaux avait observé que la mélasse varie en quantité, selon les circonstances du travail subi par le vesou, s'il avait publié que cette mélasse provient de l'altération du sucre, au lieu de l'accepter comme un produit naturel et nécessaire, ce fait seul aurait amené de notables perfectionnements.

« Dans son *Précis sur la canne à sucre et l'art d'en extraire le sel essentiel*, publié en 1790, Dutrône La Couture distingue trois sucs dans la canne : 1° un *suc aqueux*, inodore, incolore, insipide, contenu dans les vaisseaux séveux ; 2° un *suc sucré muqueux* renfermé dans le tissu médullaire ; 3° un *suc jaune*, odorant, contenant un extrait savonneux et renfermé dans les vaisseaux propres et surtout dans l'écorce. Il ajoute à cela deux sortes de fécule (*débris de parenchyme*) provenant de l'écorce et du tissu médullaire...

« Proust admet l'existence dans les plantes du sucre et du mucoso-sucré, dont Deyeux a fait une espèce sous le nom de *sucre liquide*. Il s'autorise des faits indiqués par Dutrône pour conclure que le travail du sucrier n'a d'autre objet que de séparer le sucre liquide du sucre cristallisable. Il a trouvé, dans le suc fraîchement exprimé des cannes à sucre de Malaga, de la fécule verte, de la gomme, de l'extrait, de l'acide malique, du sulfate de chaux et *les deux espèces de sucre* ; tous ces produits sont, dit-il, à leurs variétés près, les mêmes que ceux que l'on rencontre dans la plupart des fruits.

« Vauquelin fit venir, en 1822, du vesou de la Martinique ; *ce vesou*, traité par la méthode d'Appert, *était dans un tel état d'altération qu'il n'était plus reconnaissable* ; dans quelques-unes des bouteilles, le sucre était transformé en acide carbonique, en alcool et même en vinaigre ; dans d'autres, il avait donné naissance à une espèce de gomme demi-transparente, si épaisse, qu'elle ne s'écoulait qu'avec difficulté des vases qui la renfermaient.

« M. Péligot reçut, en 1839, huit bouteilles de vesou, traité, par *la méthode d'Appert*, par M. Peraud, pharmacien à la Martinique, et 2 kilogrammes de cannes séchées. Le vesou provenait de *cannes fraîches et belles*, venues dans un bon terrain, et passées au moulin le 12 avril ; il était semblable à celui de la sucrerie. Ce liquide fut introduit dans des bouteilles en verre que l'on boucha avec soin, à la manière des bouteilles de vin

de Champagne; puis on les plaça dans un bain-marie dont l'eau fut graduellement portée à l'ébullition.

« Cette préparation si simple a réussi aussi bien qu'on pouvait le désirer, ajoute M. Péligot[1], et le vesou m'est arrivé sans avoir subi *aucune altération*. Je l'ai soumis à l'examen de plusieurs personnes qui ont habité les colonies, et elles lui ont reconnu tous les caractères du vesou ordinaire.

« C'est un liquide doué de l'odeur balsamique du sucre de canne brut; il tient en suspension une matière grisâtre, très-divisée, qui paraît être, ou plutôt qui paraît avoir été la *matière globulaire* qui existe dans les sucs exprimés de presque tous les végétaux. On sait que cette matière est un ferment actif, et c'est à elle qu'on attribue l'altération si rapide de ces sucs conservés quelque temps avec ou sans le contact de l'air. Il *paraît* démontré que la fermentation visqueuse, c'est-à-dire la formation de ce produit gommeux, consistant comme de l'empois, qui s'engendre aux dépens du sucre, dans les jus de betterave et de canne, se développe sous l'influence de cette même matière.

« Or, il est évident que l'emploi du procédé d'Appert est surtout convenable pour empêcher l'action altérante de ce corps, puisque les ferments sont rendus inactifs par l'action de la chaleur, et puisqu'une température de 100 degrés est plus que suffisante pour détruire leur organisation, si, d'après les recherches modernes, on les considère comme des végétaux. Aussi, non-seulement le jus de canne que j'ai reçu n'est pas altéré quand il est étudié peu de temps après l'ouverture du vase qui le renfermait, mais il se conserve pendant plusieurs semaines sans subir aucune altération.

« Sa densité, prise avec précision, est égale à 108,8, la densité de l'eau étant 100. Il marque 11,8 degrés à l'aréomètre de Baumé. Il rougit si faiblement le papier de tournesol, que son acidité peut être regardée comme presque nulle. Il suffit, pour l'avoir très-limpide, de le filtrer à travers du papier non collé; il offre alors une couleur citrine très-pâle. »

« M. Péligot appliqua à ce vesou la méthode d'extraction que nous avons décrite, c'est-à-dire le traitement par l'alcool aqueux; la dissolution hydroalcoolique, placée dans le vide

1. Il est à noter qu'elle n'avait pas réussi pour Vauquelin.

avec un vase renfermant de la chaux vive, abandonne son eau à ce dernier corps, et l'alcool, en passant peu à peu à l'état anhydre, laisse précipiter le sucre prismatique à mesure qu'il se concentre.

« Ce procédé a paru trop compliqué à l'auteur pour le traitement du vesou, puisque la simple évaporation à feu nu d'une partie de vesou filtré suffit pour donner, au bout de quelques jours, un résidu solide et cristallin, qui est du sucre *à peu près pur*. Tout le procédé à suivre, pour fixer le poids des matières solides dissoutes dans le vesou, consiste à en évaporer une certaine quantité dans une capsule tarée, et à peser de nouveau cette capsule, quand la masse qu'elle renferme cesse de diminuer de poids sous l'influence du vide ou de l'air sec.

« On peut encore évaporer le vesou à froid dans le vide, en présence de l'acide sulfurique concentré ; le sirop qui en résulte ne cristallise pas et refuse même de se solidifier ; mais en le délayant avec un peu d'alcool, et en évaporant de nouveau dans le vide, on obtient une masse cristalline, cassante, que l'on peut peser dans un état de siccité parfaite.

« M. Péligot attribue cette action de l'alcool à la précipitation d'une très-petite quantité de matière étrangère au sucre, laquelle empêche la cristallisation de ce produit immédiat, et il conteste l'existence du sucre liquide, en tant que variété distincte. Dans son opinion, cette variété résulterait toujours du mélange du sucre de canne et du sucre de raisin avec des matières gommeuses ou salines, ou même avec des produits de l'altération de ces deux sucres, ce qui suffirait à empêcher la cristallisation du sucre prismatique.

« Quoi qu'il en soit, le savant analyste nie la présence du sucre liquide dans le vesou, qui renfermerait :

Eau	78,7
Matières solides	21,3
	100,0

« Ces matières solides seraient du sucre brut à peu près pur, et les substances étrangères qui s'y trouvent mélangées seraient dans une proportion tellement minime qu'on en aurait beaucoup exagéré l'importance.

« En résumé, la composition du vesou, sur 1000 parties, serait conforme aux données suivantes :

Eau	771,7
Sucre	209,0
Sels minéraux	17,0
Produits organiques	2,3
	1000,0

« Ainsi, le jus de canne ne serait que de l'eau sucrée, à peu près pure, composée de 1 partie de sucre pour 4 parties d'eau environ... Le sucre incristallisable, la mélasse, se produirait par l'altération que subit le sucre dans le travail, et cela aussi bien pour la betterave que pour la canne à sucre. Cette altération reconnaît pour causes principales l'action de la fermentation et l'influence mal dirigée de la chaleur pendant la concentration.

« M. Péligot blâme avec raison la disposition de l'équipage, dans lequel, contrairement aux principes les plus élémentaires, le sucre est soumis à une chaleur d'autant plus forte que sa dissolution est plus concentrée, et il conseille de pratiquer tout le contraire, c'est-à-dire de placer le foyer sous la grande, et de l'écarter le plus possible de la batterie. De cette manière, les ferments du vesou seraient détruits par une rapide application de la chaleur, et l'on aurait moins à redouter l'altération de la matière sucrée. D'un autre côté, on fait une perte énorme dans l'écrasement des cannes, qui sont fort loin d'être épuisées au sortir des rolls...

« D'après l'examen des cannes séchées au four, à +60°, lesquelles avaient déjà perdu 68,7 d'eau pour 100 et qui en retenaient encore 0,09 ou 0,10, M. Péligot trouva que la canne *fraîche* contiendrait 72 parties d'eau et 28 de matières solides; la canne *sèche* contient 64,7 de parties solubles dans l'eau, et 35,3 de parties insolubles. Il en déduit la composition suivante pour la canne fraîche :

Eau	72,1
Sucre	18,0
Ligneux	9,9
	100,0

« Il convient de remarquer que le produit liquide du lavage des cannes sèches, soumis à l'évaporation, *n'a pas cristallisé en entier*, comme le vesou, et qu'il a toujours donné une *forte proportion de sucre liquide*, ce que M. Péligot attribue à l'altération

de ces cannes; ce fait rendrait illusoire la dessiccation de la canne comme devant servir de base à une nouvelle méthode d'extraction du sucre... ....

« En ce qui touche l'action incomplète des rolls, M. Péligot nie l'opinion de M. Avequin, dont les observations conduisent à une perte de 407 de vesou et 64,08 de sucre sur 1000 parties de canne; les recherches consciencieuses du pharmacien de New-Orléans sont d'ailleurs propres à confirmer les idées de Dutrône et de Proust, et nous avons vu que cet observateur admet l'existence du sucre incristallisable dans la canne.... M. Péligot pense que l'on pourrait traiter la bagasse par l'eau bouillante, au sortir des rolls, puis l'exprimer de nouveau; il insinue aussi que la dessiccation au soleil, suivie d'un lavage méthodique, pourrait être employée pour l'épuisement de cette bagasse.

« Enfin, M. Péligot termine son mémoire par une phrase remarquable :

« Dans mon opinion, dit-il, si la betterave était cultivée dans les colonies, elle ne fournirait pas de sucre par les procédés qu'on y emploie pour travailler la canne; si cette dernière plante pouvait exister en France, la quantité de sucre qu'on saurait en retirer rendrait bientôt cet aliment d'un prix abordable à toutes les classes de la population. »

« On peut résumer toute l'essence de ce premier travail en deux lignes, puisqu'il ne consistait en réalité que dans la négation du sucre incristallisable, que M. Péligot déclare ne pas préexister dans la canne, laquelle renfermerait 18 pour 100 de sucre prismatique à peu près pur. La conclusion était évidemment forcée, et elle n'aurait dû s'appliquer qu'à la matière traitée, sans aucune tendance à la généralisation. Quoi qu'il en soit, le mémoire de M. Péligot fit sensation dans l'opinion publique, et le ministre de la marine chargea M. Dupuy de faire une série d'expériences sur la composition de la canne, à la Guadeloupe même; des échantillons devaient être envoyés en France pour permettre à M. Péligot la continuation de ses recherches. M. Dupuy reçut les instructions du savant professeur sur la nature des travaux auxquels il devait se livrer, ainsi que sur le choix, la préparation et l'expédition des produits à envoyer comme échantillons.

M. Dupuy adressa trois mémoires successifs en octobre

1840, avril et décembre 1841, et M. Péligot en fit, le 17 juin 1842, l'objet d'un rapport au ministre de la marine. Ce travail renferme l'analyse des mémoires de M. Dupuy, quelques expériences nouvelles de M. Péligot et ses réponses à diverses objections.

« Nous en reproduisons les idées les plus saillantes.

« *Premier mémoire de M. Dupuy.* — M. Dupuy, dans son premier mémoire, prétend que la canne a beaucoup dégénéré aux Antilles, et cette opinion a trouvé des partisans et des contradicteurs... Attachant une juste importance à la quantité du vesou extrait de la canne, M. Dupuy a fait, pour établir le chiffre de ce rendement, des expériences nombreuses qui ont eu lieu dans les circonstances ordinaires de la fabrication.

« Il a trouvé, en moyenne, que 100 parties de cannes donnent en vesou les rendements suivants :

61,8 par les moulins hydrauliques;
61,2 par les cylindres horizontaux;
60,9 par les moulins à vapeur;
59,3 par les moulins à eau et à vent;
59,2 par les cylindres verticaux;
58,5 par les moulins à bêtes;
56,4 par les moulins à vent.

« M. Dupuy prend pour base le chiffre 59,3, répondant aux moulins les plus nombreux, et il établit qu'il faudrait obtenir un rendement en vesou de 65 à 66 pour atteindre une augmentation convenable sur la quantité du sucre, tout en ménageant le combustible...

« Cette différence de 59 à 65, soit 0,06 en vesou, suffirait pour porter à 228 boucauts de 500 kilogrammes la production d'une habitation qui ne dépasse pas annuellement le chiffre de 200 boucauts, et un tel résultat élèverait la production annuelle de la Guadeloupe de 70,000 boucauts à 79,800.

« De son côté, M. Avequin établit à New-Orléans un rendement en vesou de 50 seulement; M. Sénez, de Cayenne, n'a obtenu que 36, et si M. Dupuy trouve pour la Guadeloupe un chiffre moyen de 56 pour 100, de son côté, M. Guignod, à la Martinique, aurait obtenu 0,70 en vesou, en faisant subir deux pressions successives à la matière première.

« M. Paul Daubrée conteste le chiffre de M. Dupuy.

« Ayant été à même de contrôler ce chiffre sur des habita-

tions mal outillées, et le nombre en est considérable, nous sommes resté convaincu que la moyenne n'est en réalité que 50 pour 100; 0,5 seulement sont donc obtenus et 0,4 restent dans les parties ligneuses qu'on appelle vulgairement bagasses[1]. »

« M. Péligot admet que la partie la plus essentielle du travail colonial, l'extraction du vesou, laisse beaucoup à désirer, et il propose plusieurs méthodes pour augmenter le rendement en vesou :

« 1° L'emploi de moulins puissants *devant donner en pratique* 70 de vesou et 76 par suite d'une seconde pression... Ce moyen serait assez limité par suite de l'état précaire de l'industrie coloniale.

2° L'addition d'un quatrième roll, produisant immédiatement la seconde pression... Il a été démontré que cette addition n'aurait que rarement de bons résultats, et les laminoirs à cinq rolls sont restés eux-mêmes à l'état de projet. M. Péligot conseille de faire arriver sur la bagasse un petit filet d'eau, au moment où elle va subir la seconde pression, et cette indication devait être remplie par l'injection de la vapeur dans les rolls ou cylindres lamineurs.

« 3° L'immersion de la bagasse dans l'eau, suivie d'une seconde pression, augmenterait beaucoup le rendement en sucre. Si le vesou primitif marque 10° Baumé, le liquide de seconde pression marquera 5° Baumé, et si l'on obtient quantité égale de liquide dans les deux pressions, soit 56 pour 100, on aura 56 à 10° Baumé + 56 à 5° Baumé, ensemble 112 à 7°,5 Baumé, ce qui revient à 79 de vesou à 10° Baumé. Il résulterait de ces chiffres un rendement de 10 pour 100 en sucre, au lieu de 7,1 pour 100, et telle habitation, produisant 100,000 kilogrammes de sucre, verrait son produit s'élever à 141,000 kilogrammes.

« On peut objecter à cette méthode que la bagasse, plus épuisée et plus divisée, sera moins propre à servir de combustible; mais rien n'empêcherait de l'agglomérer et de suppléer à son insuffisance par l'emploi de la houille, qui laisserait encore de la marge à un bénéfice considérable. Cette méthode du lavage de la bagasse suivi d'une seconde pression aurait, d'ailleurs, été pratiquée avec avantage par M. de Jabrun, qui aurait

1. *Question coloniale sous le rapport industriel*, 1841.

extrait 1/5 de sucre de plus que par la méthode ordinaire, suivant le rapport de M. Dupuy.

4° M. Péligot pense qu'il est probable que l'on pourrait appliquer avec avantage à la canne le procédé de macération de Mathieu de Dombasle; on pourrait ainsi supprimer les moulins lamineurs et obtenir la presque totalité du sucre de la canne. Nous avouons que nous partageons entièrement cette opinion, malgré quelques objections qui ont été faites; il faudrait employer l'eau chaude comme liquide macérateur, ainsi que l'indique l'habile professeur au Conservatoire, mais cela ne serait plus nécessaire, si l'on se servait d'une solution légère de tan ou de lait de chaux faible pour déplacer le sucre.

5° Enfin, on pourrait dessécher la canne et la traiter sur les lieux de production ou en France.

« *Deuxième mémoire de M. Dupuy.* — M. Dupuy a trouvé que les cannes dont le vesou marquait 10°,5 Baumé, à + 28° de température, perdaient 72 pour 100 de leur poids à + 100°, ce qui lui a donné 0,28 de résidu solide. Cette matière solide serait ainsi composée:

Matières solubles	17,8	
Sels	0,4	= 28
Ligneux	9,8	

M. Guignod avait trouvé que la canne renferme 13 pour 100 de ligneux; mais comme il n'a pas indiqué la température à laquelle a été opérée la dessiccation de la bagasse, on ne peut rien conclure du chiffre indiqué par ce planteur.

Le vesou envoyé par M. Dupuy ne s'était pas conservé...

La plupart des bouteilles offraient un degré d'acidité très-marqué et une saveur vineuse, à la fois piquante et alcoolique, indice d'une fermentation plus ou moins avancée. » M. Péligot attribue ce mauvais résultat à la manière dont les bouteilles étaient bouchées.

« Les cannes fraîches, transmises par M. Dupuy, étaient toutes profondément altérées; elles ont fourni, par une pression assez faible, une grande quantité de jus. Ce liquide était un peu visqueux, d'un jaune clair, peu acide, d'une saveur sucrée franche et d'une odeur analogue à celle des pommes de reinette. Soumis à l'évaporation, pur ou déféqué, il n'a pas fourni de cristaux de sucre, même après un laps de temps

assez considérable; l'alcool en séparait une matière visqueuse assez abondante. M. Péligot a trouvé que ces cannes ne fournissaient plus qu'un résidu de 20 à 24 pour 100, et il pense qu'elles ont subi une dégénérescence différente de la fermentation alcoolique. Cette opinion est, en effet, fort probable, en présence du peu d'acidité du jus; cependant, nous pensons que l'on aurait pu conserver parfaitement ces cannes, si elles avaient été enveloppeés d'une couche épaisse d'argile à potier bien malaxée et battue.

« Les cannes desséchées étaient parfaitement conservées.

« M. Péligot revient sur la préexistence du sucre liquide dans la canne et, partant de ses expériences sur le vesou envoyé par M. Peraud, il se félicite d'avoir pu rectifier cette vieille erreur... M. Biot a trouvé, dans ce *même vesou*, 20,21 de sucre prismatique pour 100.

« De son côté, M. Hervy déclare: 1° qu'il n'y a pas de sucre incristallisable préexistant dans la canne à sucre; 2° que les sels réagissent sur le sucre cristallisable, de manière à produire la mélasse; que leur action n'a pas lieu pendant la végétation, mais bien par suite des manipulations. »

« M. Péligot a trouvé que le vesou de cannes renferme de 0,015 à 0,020 de matières fixes, et de 0,003 à 0,006 de substances organiques ou volatiles; le jus de betterave contient de 0,015 à 0,025 de ces dernières substances. Voici les principaux résultats des analyses faites sur les cannes sèches, rapportées à la composition normale qu'elles présentent à l'état frais:

1° Cannes plantées	Eau		73,9
	Résidu sec. 26,1	Mat. solubles	17,2
		Ligneux	8,9
			100,0
2° Premiers rejetons (2e pousse)	Eau		71,7
	Résidu sec. 28,3	Mat. solubles	17,8
		Ligneux	10,5
			100,0
3° Deuxièmes rejetons (3e pousse)	Eau		71,6
	Résidu sec. 28,4	Mat. solubles	16,4
		Ligneux	12,0
			100,0

4° Troisièmes rejetons (4e pousse)	Eau		73,0
	Résidu sec. 27,0	Mat. solubles.	16,8
		Ligneux.....	10,2
			100,0
5° Nœuds de cannes..........	Eau		70,8
	Résidu sec. 29,2	Mat. solubles.	12,0
		Ligneux.....	17,2
			100,0
6° Cannes de huit mois........	Eau		73,9
	Résidu sec. 26,1	Mat. solubles.	18,2
		Ligneux.....	7,9
			100,0
7° Cannes de dix mois........	Eau		72,3
	Résidu sec. 27,7	Mat. solubles.	18,5
		Ligneux.....	9,2
			100,0
8° Partie inférieure de la canne.	Eau		73,7
	Résidu sec. 26,3	Mat. solubles.	15,5
		Ligneux.....	10,8
			100,0
9° Partie centrale de la canne...	Eau		72,6
	Résidu sec. 27,4	Mat. solubles.	16.5
		Ligneux.....	10,9
			100,0
10° Partie supérieure de la canne.	Eau		72,8
	Résidu sec. 27,2	Mat. solubles.	15,5
		Ligneux.....	11,7
			100,0

« En traitant ces cannes par l'alcool ou par l'eau, M. Péligot a constaté que la *presque totalité* des matières solubles qu'elles contenaient était du sucre cristallisable... « L'ensemble de ces résultats conduit à admettre qu'on connaît aujourd'hui la composition moyenne de la canne : il établit d'une manière définitive que les substances gommeuses, mucilagineuses, etc., dont on supposait l'existence, ne se trouvent pas dans cette plante, pas plus que le sucre incristallisable, »

« Un observateur aussi habile ne pouvait se borner à indiquer simplement un fait de cette importance sans aborder le

côté pratique de la question; aussi M. Péligot n'a eu garde de commettre cette faute. « La mélasse ne préexiste pas dans la canne, dit-il, cela est aujourd'hui certain; d'où vient donc celle qu'on obtient constamment dans l'extraction de son sucre? Quels sont les moyens, sinon d'éviter entièrement sa production, au moins d'en diminuer la proportion? »

« Les causes de la production de la mélasse sont de deux ordres : les unes peuvent être évitées, au moins en partie, les autres doivent continuer à exercer leur fâcheuse influence, parce qu'elles tiennent moins aux procédés de travail qu'à la nature même de la canne et du sucre qu'on en retire... Ces diverses causes sont ensuite indiquées et discutées.

« 1° *La fermentation visqueuse* est regardée par M. Péligot comme la cause productrice de la *gomme* des auteurs; cette matière est insoluble dans l'alcool, qui la précipite en réseau blanc nacré; elle offre la composition élémentaire de l'amidon, et a des propriétés analogues à celle de ce corps. Elle rend le vesou épais, visqueux et filant, et sa production est proportionnelle à l'élévation de la température et au temps du séjour du vesou dans les bacs. M. Péligot attribue sa formation à l'action d'un *ferment globulaire* particulier; elle se forme aux dépens du sucre, rend l'évaporation difficile, retarde ou empêche la cristallisation, et elle coïncide avec la présence d'un acide qui contribue peut-être à la destruction du sucre. On s'oppose à cette dégénérescence par la défécation, l'ébullition et l'action du noir, et M. Péligot pense que la méthode de la macération serait un bon moyen d'empêcher la production de cette matière.

« 2° *L'emploi d'une température parfois trop élevée à la concentration des jus* amène nécessairement la caramélisation d'une portion du sucre, ce qui augmente la mélasse et crée une difficulté pour la cristallisation. On peut y obvier par les appareils à cuire dans le vide...

3° *L'acidité ou l'alcalinité trop grande du vesou* est encore une cause puissante d'altération... Cela est reconnu; mais si l'acidité observée dans le vesou altéré est due aux acides acétique et lactique seulement, ce n'est pas à ces corps que l'on doit attribuer la destruction du sucre, puisqu'ils n'ont pas d'action sur ce principe.

« Le seul fait réel consiste en ce qu'ils favorisent l'action

spéciale des ferments, et que ceux-ci changent au préalable le sucre prismatique en sucre de fruits avant de subir la fermentation alcoolique. L'acide acétique apparaît à la suite de l'alcool, et l'acide lactique se produit aux dépens du sucre de fruits, en présence de la caséine végétale qui se trouve dans la canne.

« L'enivrage par la chaux empêche ou retarde cette altération ; mais si l'action de la chaux est indispensable dans le traitement de la betterave, M. Péligot est convaincu de l'inutilité de la défécation dans le cas où l'on aurait à agir sur du vesou non altéré. Il la regarde comme utile, surtout pour la clarification ; elle équivaut à une filtration rapide et oblige à chauffer le vesou, mais elle y introduit des sels calcaires incristallisables qui maintiennent une portion du sucre à l'état liquide.

« Dans les vesous altérés par un commencement d'alcoolisation, la chaux sature l'acide carbonique, forme du glucate de chaux, puis du mélassate de la même base, qui est, avec le caramel, le principe colorant des sucres bruts et des sirops. Il est préférable d'avoir ces sels dans les sirops plutôt que le glucose, parce qu'ils sont plus fluides et s'opposent moins à la cristallisation. Les jus déféqués doivent être aussi *neutres* que possible, mais ordinairement ils sont très-légèrement alcalins ; cette alcalinité est due au glucate ou au sucrate de chaux. Ce dernier sel rend la cuite et la cristallisation plus difficiles. Un excès de chaux serait surtout nuisible dans les colonies où l'on ne se sert pas de noir, le pouvoir absorbant de ce corps étant un auxiliaire plus puissant de la fabrication sucrière que son pouvoir décolorant.

« Enfin, M. Péligot trouve un inconvénient à l'emploi de la chaux dans la formation du *cal* incrustant ou de la croûte calcaire qui tapisse les chaudières de l'équipage. Ce cal conduit mal la chaleur ; on le détruit en brûlant la chaudière, c'est-à-dire en la portant au rouge. M. Avequin attribuait la formation de cette matière incrustante au biphosphate de chaux qui existerait en grande abondance dans la canne ; mais M. Péligot y trouve 51 pour 100 de matière organique combinée à la chaux et mélangée de phosphate de chaux qui proviendrait de la chaux employée elle-même, cette chaux étant le résultat de la calcination des coquilles marines.

« 4° *L'existence de sels minéraux dans la canne* contribue à la formation de la mélasse; ainsi, le chlorure de sodium s'unit à six parties de sucre, et ce composé s'oppose à la cristallisation d'une autre portion de sucre.... M. Péligot estime que 1 ou 2 pour 100 de sels empêchent la cristallisation de 10 à 15 de sucre. Le poids de ces sels est-il proportionnel à celui du sucre?... On sait que *les engrais les plus énergiques sont ceux qui conviennent le moins à la betterave destinée à fournir son sucre*; on sait que cette plante s'approprie et s'assimile avec une merveilleuse avidité tous les sels qui sont contenus dans le terrain qui l'environne... C'est probablement à la même cause, à la présence des sels solubles en trop grande quantité dans le sol, qu'il faut attribuer la difficulté d'exploiter les *cannes* dites *folles*, venues dans les terrains vierges nouvellement défrichés et rendus trop fertiles par les sels fournis par l'incinération des arbres qui les couvraient. Ces cannes, tout en offrant un grand développement, une végétation luxuriante, fournissent des sirops à peu près incristallisables.

« L'auteur du rapport que nous analysons *pense* encore que l'on doit attribuer à la même cause l'influence pernicieuse des cannes non mûres sur la qualité du vesou. Il ne *croit* pas qu'il existe jamais une substance organique, telle que la gomme ou le mucilage, qui précède la formation du sucre, et qui diminue ou empêche même, par sa présence, la cristallisation de celui-ci. M. Péligot regarde comme *infiniment probable* que, dans la canne et les autres végétaux sucrés non acides, les circonstances de la formation du sucre sont les mêmes; or, comme il croit avoir démontré que le sucre existe à toutes les époques du développement de la betterave, *à peu près* dans les mêmes proportions, quant à l'eau et aux autres principes solubles, il regarde comme *vraisemblable* qu'il en est de même pour la canne; que les cannes non mûres ne contiennent jamais que du sucre cristallisable, sans mucilage, et qu'on doit attribuer la difficulté de les travailler à la prédominance des sels, dont la création est *antérieure à celle du sucre*. La même explication peut être donnée pour le sommet de la canne, qui renferme plus de sels que la partie inférieure. M. Péligot ajoute avec raison que, *si ces conjectures sont fondées*, il y aurait un choix et un triage attentifs à faire pour les engrais; ceux qui sont *riches en substances végétales*, d'une facile décomposition, *pauvres en*

sels minéraux; conviennent *probablement* le mieux. La *boue de mer*, employée à la Guadeloupe, ne renferme-t-elle pas trop de matières salines? N'est-ce pas à leur peu d'efficacité réelle que l'on doit l'avantage que l'on trouve à employer *certains engrais* expédiés d'Europe, et d'une vertu très-contestable, à en juger d'après leur composition?...

« Après avoir exposé les causes de la production de la mélasse, M. Péligot fait observer qu'il est loin de prétendre que la production de ce résidu doive être évitée tout entière, puisqu'une certaine quantité d'eau mère, de sirop incristallisable, de mélasse, est nécessaire pour que le sucre soit obtenu avec *son aspect marchand*, ce qui tient à la nécessité d'une cristallisation rapide et libre dans un milieu dense et liquide; sans cela, on n'obtiendrait, par une cristallisation subite, qu'une masse vitreuse comme celle du sucre d'orge et, par une cristallisation très-lente, on produirait des cristaux volumineux de candi. Mais l'eau mère qui a donné la moitié de son sucre peut abandonner le reste par des décantations et des évaporations successives; la mélasse est susceptible de cristallisation, à la suite d'une nouvelle cuisson, pourvu que cette opération soit immédiate, car, en conservant longtemps le sirop d'égout, il devient décidément incristallisable.

« *Il semble*, ajoute le savant professeur, qu'en ajoutant aux cuites nouvelles le sirop d'égout récent, de manière à ne pas conserver de mélasse, le rendement en sucre se trouverait beaucoup augmenté... Cette pratique réussit même dans la fabrication du sucre de betterave... Elle n'est possible, d'ailleurs, dans tous les cas, qu'autant que ces mélasses proviennent d'une fabrication dans laquelle on a évité le mieux possible les causes accidentelles de destruction du sucre qui ont été précédemment discutées. »

« *Troisième mémoire de M. Dupuy.* — Dans cette dernière partie de son travail, M. Dupuy annonce que de nouveaux laminoirs à rolls horizontaux fournissent à quelques colons 70 à 72 de vesou au lieu de 55 à 60; puis il s'étend sur la dessiccation de la canne, son traitement en cossettes et son exportation en France. Les cannes, coupées obliquement en tranches de 2 ou 3 millimètres, ont été, les unes, séchées au feu, à + 60° ou + 80° en douze et quinze heures, les autres, séchées au soleil à + 45° : 100 parties de ces cannes, desséchées à 30 pour 100

de résidu[1], traitées pendant trois heures par 500 parties d'eau à + 26 degrés centigrades, ont donné un liquide marquant de 1025 à 1035 au densimètre de Collardeau, et le résultat a été compris entre 24 et 30 de sucre marchand. Ce résultat conduit à 9 kilogrammes de sucre au lieu de 7 kilogrammes que l'on obtient dans les sucreries les mieux installées... M. Péligot fait observer que ce chiffre n'est pas assez considérable, puisque les cannes renfermaient deux parties de sucre environ pour une de ligneux, et que les lavages méthodiques jusqu'à épuisement auraient fourni plus de rendement par un procédé tout aussi manufacturier.

« Cette observation est très-juste, et il n'y a pas lieu de beaucoup s'étonner du produit accusé par M. Dupuy, car les 100 kilogrammes de cannes séchées à 30 pour 100 de résidu équivalent à 333 kilogrammes de cannes sèches et représentent 59k,94 de sucre, selon les données de M. Péligot. Or, les 24 à 30 kilogrammes obtenus par M. Dupuy ne donnent qu'une moyenne de 27, inférieure à la moitié du sucre contenu dans ces cannes... Nous pensons qu'on aurait pu les épuiser à peu de chose près, et retirer, par une macération ou une lévigation bien entendue, au moins 58 de sucre et mélasse. Nous disons sucre et mélasse, parce que nous ne croyons pas qu'il soit possible d'éviter industriellement ce dernier produit.

« L'atelier construit à la Guadeloupe, pour le desséchement des cannes, n'ayant pu fonctionner en temps utile, M. Péligot regarde cette question comme étant seulement ajournée, et il discute la valeur de cette opération qu'il déclarait illusoire dans son mémoire de 1840... Cette méthode, qui ne serait pas économique, d'après M. Guignod, présente une difficulté à laquelle on n'a pas attaché assez d'importance, surtout au point de vue de l'expédition de la canne desséchée, pour être traitée en Europe. La conservation du sucre inaltéré dans les cannes desséchées paraît très-douteuse à M. Péligot, sous le rapport pratique, et si une dessiccation complète est facile à exécuter en petit, peut-elle être réalisée quand on opère sur une vaste échelle? Pourra-t-on préserver la matière de l'humidité pendant une longue traversée? Ce problème domine tous les autres par son importance, et M. Péligot ne croit pas qu'il soit résolu. Dans l'opinion

1. Répondant par conséquent à 233 parties de cannes vertes...

de cet observateur, si la dessiccation de la canne peut offrir des avantages, c'est à condition que l'extraction de son sucre se fera sur place, et la nécessité d'aller faire au loin la macération de la canne n'existe pas en réalité. Il est préférable d'aller chercher de bons procédés pour les rapporter vers les produits que d'envoyer ceux-ci à la recherche des procédés. On a bien parlé de la possibilité d'utiliser la bagasse à la fabrication du papier, mais cette affirmation n'offre que peu d'importance réelle, la valeur de la bagasse pour cet objet n'étant guère supérieure à celle de la paille, tandis qu'aux colonies elle offre, comme combustible, un avantage incontesté.

« M. Péligot termine son travail par des observations chaleureuses adressées au ministre en faveur de l'abolition de la surtaxe qui frappe les sucres bruts blancs ou terrés. Ces observations, très-justes à l'époque où elles furent émises, n'offrent plus aujourd'hui le même intérêt, surtout depuis que la législation nouvelle a établi une parité désirable entre les sucres des deux origines.

« *Objections.* — Comme on le pense aisément, des objections de toute espèce n'ont pas manqué d'être faites au sujet des travaux de M. Péligot et, comme toujours, elles ont été loin d'être marquées toutes au cachet de la justice et de la raison. Il y en a peu qui soient incontestables, si l'on excepte celles qui portent sur la promptitude avec laquelle l'auteur a généralisé ses conclusions, en affirmant la non-préexistence du sucre liquide dans la canne et dans la betterave. Nous admettons que M. Péligot n'en ait pas trouvé dans les matières soumises à son examen; mais ce fait ne l'autorisait pas, selon nous, à conclure que la canne ne renferme *jamais* que du sucre prismatique. La canne ne fait pas exception à la règle, et si, à certaine époque de sa croissance, elle *peut* ne renfermer que du sucre cristallisable, il nous semble que de nouvelles études sont à faire aux lieux de production pour élucider ce point difficile. C'est ici surtout que la polarimétrie serait appelée à rendre de grands services aux expérimentateurs.

« Quoi qu'il en soit, nous reproduisons les principales raisons alléguées contre les expériences de M. Péligot :

« 1° L'efficacité du procédé d'Appert ne paraît pas évidente, puisque l'envoi fait par M. Perard est le seul qui se soit con-

servé, tandis que celui de M. Dupuy, celui fait à Vauquelin, etc., avaient subi une détérioration complète... On doit avouer que cette objection présente quelque chose de sérieux et de plausible.

« 2° M. Péligot aurait dû opérer sur les lieux, et examiner à plusieurs reprises le vesou normal et les altérations qu'il éprouve. Il *suppose* que la mélasse n'est due qu'aux altérations du sucre cristallisable seul préexistant dans la canne, mais les faits pratiques sont opposés à cette manière de voir.

« 3° La possibilité d'extraire du sucre de la canne sans le secours de la chaux était connue avant les expériences de M. Péligot, puisqu'il en est question dans plusieurs auteurs du commencement du siècle.

« 4° Les différences constatées par M. Péligot entre son vesou conservé et le vesou normal conduisent à cette conséquence forcée : ou M. Peraud a *manipulé* son vesou avant de l'envoyer, ou le procédé d'Appert offre une action particulière qu'il importerait de faire connaître... En tout cas, si le vesou de M. Peraud était le même que celui des sucreries, pourquoi M. Péligot n'a-t-il pas retrouvé au fond des bouteilles les mêmes impuretés qu'on observe dans le vesou ?

« Nous devons dire, à propos de cette objection, que nous ne croyons pas que M. Peraud ait envoyé à M. Péligot le même vesou que celui qui est *vomi* par les presses, et dans lequel on trouve une quantité considérable d'impuretés en suspension. Ce pharmacien avait *au moins* filtré son liquide avant de le soumettre à la méthode d'Appert ; cela nous paraît extrêmement probable.

« 5° On demande ce qu'est devenu le coagulum résultant de l'action de la chaleur sur les matières albuminoïdes dissoutes dans le vesou.

« 6° Pour que les affirmations des chimistes européens puissent acquérir une valeur industrielle incontestable, elles devraient être faites sur les lieux de production ; il faudrait opérer sur la canne à différents âges, dans des localités différentes, sur la plupart des espèces ; il faudrait tenir compte de la qualité du sol, de l'influence de la saison, soit pendant les cultures, soit à la récolte, du degré de maturité, de l'époque de la récolte, etc.

« M. de Caseaux a trouvé, en effet, des différences notables

dans le rendement saccharin du vesou, à des époques variables; ainsi 1,600 volumes[1] lui ont donné en sirop (sucre et mélasse) :

1° En janvier...	200 volumes.
2° En février...	230 à 260 volumes.
3° En mars.....	260 à 300 volumes.
4° En avril.....	320 volumes.

« L'échantillon de M. Peraud ne peut servir de base à une appréciation générale, puisqu'il a été récolté à l'époque du maximum de richesse saccharine.

« Nous passons sous silence les autres objections plus ou moins passionnées qui ont été soulevées à une certaine époque, et nous nous bornons à faire remarquer la nécessité absolue où l'on se trouve d'apporter la plus grande réserve dans les conséquences d'une expérimentation de ce genre. Or, ce n'est pas le manque de réserve en ce sens que l'on doit reprocher au chimiste dont nous venons d'analyser les travaux à l'égard du sucre; M. Péligot ne s'est prononcé affirmativement que sur un seul point, celui de la non-préexistence du sucre incristallisable, il n'en a déduit les conséquences que sous une forme hypothétique, et fort peu de ses antagonistes ont été aussi modérés dans leurs discussions. Le travail de M. Péligot se recommande donc à l'attention sérieuse des fabricants, et si, comme cela est très-possible, il a été induit en erreur par diverses circonstances, il n'en est pas moins exact de dire que ses mémoires sont remplis de justes et saines appréciations, et que les fabricants peuvent y trouver d'excellentes idées au point de vue de la pratique manufacturière. »

Ce qui précède est extrait de notre premier travail et nous ne pouvons que maintenir, aujourd'hui encore, l'exactitude de notre manière de voir. Il est certain que la canne bien mûre, non altérée, ne renferme que du sucre cristallisable dans les nœuds inférieurs; mais il est également démontré que, *à toutes les époques de sa croissance*, les nœuds qui ne sont pas parvenus à maturité contiennent du glucose en proportion notable. Nous avons constaté le fait sur des cannes de toute provenance fraîches et conservées, et il ne laisse plus de place au doute. Le *mucoso-sucré* des anciens observateurs n'est donc pas à traiter

1. Pintes.

avec tant d'insouciance; il existe en quantité assez grande pour que l'on prête la plus grande attention à l'action qu'il peut présenter. On sait que *une* partie de glucose immobilise dans les mélasses *une* partie du sucre, et lorsque, à la coupe, on n'a pas le soin de n'envoyer à la sucrerie que les parties mûres, on s'expose à diminuer le rendement dans la proportion de la quantité du glucose, soit de celui qui existe dans les parties non mûres, soit de celui qui se produit par altération du sucre prismatique.

Le bon jus de canne marque 1088 de densité ou 11°,8 B. Il contient une matière particulière, insoluble dans l'alcool, qui est hostile à la cristallisation. C'est cette même matière qui a été *réinventée* par M. Icery et dont nous aurons à nous occuper plus loin. On ne trouve dans le vesou que 1,7 °/₀ de sels minéraux, et 0,23 de produits organiques. La bonne canne renferme 18 de sucre pour 100.

La totalité du jus de la canne est de 90,1 sur 100 parties pondérales. Or, il appert des observations, très-bien faites, de M. Dupuy, que la moyenne du rendement en jus, par le laminage, n'est que de 59,3, d'où il résulte une perte de 30,7 °/₀ en jus, au minimum. Nous expliquerons comment cette perte est fort loin de représenter le sucre qui reste dans les résidus pressés.

Les faits généraux que nous venons de résumer devront servir de base à l'appréciation critique des procédés à adopter pour le traitement de la canne, et nous tiendrons bon compte des observations et des conseils de M. Péligot dont la science est hors de question. Nous admettons les faits qu'il signale sans adopter la généralisation qui en a été faite.

A partir des importants travaux de M. E. Péligot sur la composition de la canne à sucre, un grand nombre de personnes, frappées des résultats publiés par cet observateur, tinrent ce raisonnement, inattaquable *en théorie* aussi bien qu'*en fait*.

« La canne renferme 18 centièmes de sucre !...

« Nous en retirons 4, 5 à 6 centièmes !...

« Donc, nous fabriquons mal !... »

Sur ce raisonnement, on a cherché quel pourrait être le mode d'une meilleure fabrication. Cela était de conséquence raisonnable, mais les aberrations de l'esprit humain sont telles,

qu'il ne faut, dans aucun cas, y apporter une confiance absolue. Les uns ont cru qu'avec l'*outillage colonial modifié* ils arriveraient au progrès; les autres ont prêché l'imitation absolue de l'Europe... Erreur de part et d'autre!

M. Hotessier, propriétaire à la Guadeloupe, publie, en 1840, une *Notice* sur les améliorations à introduire dans la fabrication du *sucre exotique*, et certainement il dit d'excellentes choses dans sa brochure.

M. Hotessier commence son opuscule par cette phrase caractéristique :

« Les débats qui ont eu lieu, pendant la session dernière des Chambres législatives, touchant la question des sucres, ont marqué tout à coup une ère nouvelle *pour la production coloniale*, qui semblait devoir périr sous le poids des faveurs prodiguées à sa redoutable rivale... »

Il convient de remarquer ici que, si M. Hotessier avait été doué de l'impartialité d'esprit nécessaire en pareille question, il n'aurait pas écrit ces quatre lignes, dont le sens moral nous échappe, à moins de traduire ainsi :

« Nous étions habitués à ne pas faire grand'chose et à nous enrichir; voilà des gens qui travaillent, dont le travail fera bientôt concurrence à nos revenus... On les a déjà *un peu* écrasés, essayons de les anéantir!... La loi, que nous avons provoquée, nous vient en aide contre eux... Vive Dieu! ils vont être réduits à la misère!... Cela est de toute justice; puisqu'ils nous font concurrence! »

Il serait temps que les planteurs arrivassent à un degré de philosophie pratique suffisant pour ne pas se croire les *seuls titulaires* du droit de faire du sucre. Cela serait vrai relativement, pourvu qu'ils le fissent *mieux* et *à meilleur marché* que les autres; mais cela est-il?

On pourrait parodier le mot célèbre d'un roi de France, et demander quel est l'article du testament d'Adam qui leur lègue le sucre... la question ne vaudrait pas la peine d'être résolue. En effet la seule réponse sérieuse aujourd'hui serait celle-ci : « Personne n'a rien à soi que par le droit du travail, de la perfection et de l'abondance du produit de ce travail... Vous ne faites presque rien, vous produisez relativement mauvais et, proportion gardée, votre produit est moins abondant. Produi-

sez, travaillez, et la grande voix de l'équité sera pour vous comme pour vos rivaux.

« La sieste perpétuelle, le luxe, la fainéantise, l'ignorance, l'orgueil, sont de mauvais conseillers!.. Ils vous ont empêchés de croire les paroles de ceux d'entre vous qui, doués de plus de volonté et de justesse d'esprit, vous ont montré, depuis des années, l'abîme où vous tendez! Est-ce de notre faute, à nous Européens, s'il nous faudrait payer le sucre trop cher pour enrichir la paresse, lorsque nous pouvons le consommer à un prix de revient équitable, à l'aide de la transformation laborieuse de nos matières premières? Est-ce de notre faute à nous, si nous ne craignons pas le labeur pénible, si nous n'empruntons par les bras de l'esclavage, parce que nous nous sentons la force de faire par le *travail libre et payé* plus qu'on ne fait par l'oppression et l'ilotisme? »

Voilà ce qu'on pourrait répondre en ajoutant, pour compléter, la question suivante :

« La canne à sucre croît dans les pays chauds, la betterave sucrière croît dans les pays tempérés... Ne peut-on les laisser en paix vider leurs différends par le seul chiffre des produits et de leur prix de revient pour le consommateur, sans joindre à la querelle le complément des iniquités légales? Pourquoi nous empêcherait-on, nous qui avons la betterave, d'en faire du sucre et de le vendre à la consommation? Cela ne serait-il pas aussi inique que si, la métropole étant à la Guadeloupe, les *Chambres législatives* voulaient anéantir la fabrication du sucre de canne, cette *redoutable rivale* de la fabrication du sucre de betterave? »

La comparaison offre assez de similitude pour qu'on n'ait rien à ajouter.

L'auteur dont nous parlons prétend que le colon *doit* contribuer à la réalisation d'un avenir vers lequel il a été fait un pas immense. « Le colon, *lui-même*, *doit* y contribuer par l'adoption d'un *système de culture mieux entendu*, et surtout par l'*application de procédés nouveaux de fabrication*, que les sciences physiques et chimiques nous révèlent chaque jour, par l'*emploi de nouveaux procédés fondés sur des principes plus rationnels* que ceux qui marquèrent la naissance de notre première industrie coloniale, et qui, aujourd'hui encore, sont les armes

si inégales avec lesquelles elle tenterait *vainement* de soutenir les *assauts* de son *adversaire*.

« *Le moment est venu de diriger contre lui ses propres armes. Chaque jour ses ressources diminuent.* Il y a dans toute industrie un moment où s'arrêtent les merveilles de la science; ses efforts demeurent impuissants lorsqu'elle a obtenu tout ce que la nature peut donner. Au delà, elle s'épuise en vaines tentatives, et cette nature, toujours incessante, reprend bientôt ses droits par le retour à l'ordre admirable qu'elle a établi pour chaque point du globe, qu'elle a varié pour chaque climat. C'est elle qui a départi un *rôle tout agricole à la betterave, à la canne l'industrie essentielle du sucre.* La politique des États peut contrarier un moment cette loi naturelle, mais ne jamais la changer. Lorsque chaque contrée pourra fournir *librement ses produits naturels,* lorsque le *soleil de la science* éclairera *pour tous,* ces deux végétaux reprendront leur véritable place; alors *la canne à sucre seule*, par sa richesse, *jouira de toute l'importance qui lui est réservée* pour le bien-être matériel des populations.

« L'industrie indigène, *cette longue injustice de la métropole à l'égard de ses colonies,* ne peut plus invoquer la prescription comme un droit : *le nouvel impôt* est le premier pas vers une *justice complète* qui doit s'effectuer bientôt par une *égale charge établie sur les deux industries.* Maintenant, il est permis de regarder la culture de la betterave, comme arrivée à son *apogée* et commençant sa *marche rétrograde,* d'abord par cette *nouvelle retraite que le gouvernement lui a ménagée, peu soucieux de la tuer pour n'avoir point à payer les frais de son enterrement;* en second lieu, par le *peu de progrès que cette industrie, toute factice, peut attendre encore des applications de la science. Le fisc y trouve son compte :* les grands intérêts de la France l'exigent.

« *La canne à sucre,* au contraire, *sort à peine de l'enfance.* Sa culture n'est-elle pas toujours assujettie aux vieux principes d'habitude qui guidaient le colon alors qu'une terre vierge rendait au delà de ses espérances, qu'un surcroît de bras suppléait à l'imperfection des instruments aratoires? Ne sont-ce pas encore les mêmes machines qui pressent les cannes, les mêmes appareils qui évaporent leur jus? *Et cependant on fait du sucre aux colonies depuis près de deux siècles.*

« C'est cet état stationnaire qu'on n'a cessé de reprocher aux

colons, toutes les fois qu'ils réclamaient contre l'*injuste protection accordée au sucre indigène*. Ne devaient-ils pas regarder ces reproches comme une *insultante ironie*, lorsqu'on leur enlevait la possibilité de réaliser des améliorations en frappant leurs *beaux produits* d'une surtaxe dont *l'iniquité* n'est point encore *entièrement effacée?*

« Ces obstacles, joints au *défaut d'ouvriers intelligents*, à la richesse naturelle de la canne à sucre, sur laquelle on s'est trop reposé, pouvaient alors justifier le peu de progrès obtenu dans des voies d'amélioration. Aujourd'hui, quoiqu'ils n'aient pas tous disparu, à beaucoup près, néanmoins un stimulant assez puissant doit naître de cette *demi-justice*, des conditions meilleures fournies par la science, et de la redoutable concurrence d'un *produit similaire*. ».

Quelques lignes plus loin, M. Hotessier déclare qu'on doit reconnaître « *qu'une loi qui veut une industrie et en entrave les progrès ne peut être qualifiée que de vandalisme...* »

Ceci est à notèr.

Le même écrivain s'élève avec juste raison contre l'espèce d'ostracisme imposé à la raffinerie coloniale, et nous aurons plus loin toute occasion de rendre justice à ses opinions sous ce rapport. *Le soleil doit luire* pour la fabrication du sucre prismatique, aussi bien dans les colonies que dans la métropole, et réciproquement, il en est de même, quant au raffinage ou à l'épuration des produits, et ceci s'applique aux autres nations comme à la France qui n'est pas la seule coupable en cette matière.

Malheureusement, après une ligne de raison, on peut lire dans la *Notice* des pages incompréhensibles... Il en est toujours ainsi lorsqu'il s'agit de passion.

Nous analysons le bon et le mauvais.

M. Hotessier s'oppose à la surtaxe, et veut que l'on prenne pour moyenne de la fabrication coloniale la nuance *au-dessous* de la bonne quatrième; puis il conseille l'emploi de la vapeur et de l'outillage des fabriques européennes, dans un passage assez remarquable pour que nous le reproduisions ici :

« Le peu d'expérience et d'habileté des ouvriers des colonies, la délicatesse des procédés et la complication des appareils nouveaux ont été exagérés, et ont tenu les colons trop en garde contre les idées d'amélioration.

Je ne prétends pas qu'aux colonies on doive adopter, sauf restriction, tous les progrès qu'a réalisés la betterave en France. S'il y a beaucoup à prendre, il y a aussi beaucoup à laisser; il s'agit donc de bien choisir. Les procédés simples et rationnels les plus en harmonie avec l'intelligence de ceux qui les doivent mettre en usage, les plus applicables aux ressources des localités, sont ceux qui doivent être préférés par les colons, comme auxiliaires à la richesse de leur matière première, dont ils semblent, au contraire, jusqu'ici avoir cherché à contrarier les avantages naturels par l'emploi des appareils les plus vicieux. Le peu de discernement souvent apporté dans le choix de ceux qu'on a fait confectionner, à grands frais, par des ingénieurs n'ayant aucune connaissance des besoins coloniaux et des ouvriers appelés à les installer et à les faire fonctionner, n'a point été le moindre obstacle qui s'est opposé aux améliorations dans les contrées. On sait combien les expériences qui réussissent éprouvent de difficultés à trouver des imitateurs, tant les vieilles habitudes sont difficiles à déraciner: mais une tentative vient-elle à échouer, on taxe d'innovateur imprudent celui qui a osé la faire, et l'on se cramponne plus fortement que jamais à ses vieux préjugés. Combien de progrès ajournés, de découvertes étouffées par le non-succès d'une tentative imprudente ou mal dirigée! Les conditions qui doivent donc réaliser les changements à introduire dans la fabrication coloniale sont d'abord la simplicité et la promptitude, mots qui se résument en celui de *manufacturier*, dont on qualifie toute belle découverte appliquée à l'industrie; viennent ensuite la convenance des lieux, le but à atteindre. Ce sont ces dernières considérations qui font que la vapeur, employée avec avantage dans les colonies comme force motrice, n'est point de la même nécessité pour la cuisson des jus, en remplacement du feu nu. Néanmoins, cet agent, dont l'emploi sera peut-être exclusif avant longtemps dans toute industrie qui a pour but l'évaporation rapide, doit être encore distingué dans ses différents modes d'application, savoir, pour la cuisson à l'air libre, ou dans le vide. Pour les besoins du moment, je pense que le premier système seul est admissible aux colonies avec apparence de succès; l'autre est dispendieux et chanceux, sinon inutile pour atteindre le but limité qui est assigné aux produits.

Au seul mot de *vapeur*, beaucoup de gens s'émeuvent et repoussent sans examen l'idée de jamais en faire emploi, ne voyant que les accidents, les explosions, auxquels malheureusement de coupables négligences n'ont donné que trop souvent lieu. Cependant depuis longtemps l'on se sert, dans nos colonies, de la vapeur, comme force motrice, pour les moulins à sucre, sans qu'aucun événement grave ait fait penser à l'abandonner; au contraire, le nombre de ces mécaniques augmente chaque jour, et je ne doute pas que ce ne soit à leur propagation, dans les localités où le vent et l'eau n'ont pas une grande puissance, que beaucoup d'habitations devront un accroissement notable de revenus. Qui empêcherait donc qu'on en fît usage comme système de chauffage pour l'évaporation? Il serait surtout avantageux et économique pour ceux qui sont obligés d'avoir des moulins à vapeur, puisque le même générateur fournit de la vapeur pour les deux usages, et que celle-ci, après avoir agi doublement, vient, par sa condensation, alimenter de nouveau la chaudière avec une grande économie d'eau, de combustible et de main-d'œuvre. Un seul fourneau pour chauffer le générateur suffit, dans ces fabriques ordinaires, pour le service de la machine motrice, aussi bien que pour la défécation et l'évaporation. Ces deux opérations ont lieu dans des chaudières qu'on place simplement sur des supports et d'après les convenances du local. Les unes, par un double fond, les autres par des tuyaux en grilles, reçoivent la vapeur, dont on modère, augmente ou arrête l'action instantanée selon les besoins; on n'a que des robinets à tourner pour l'introduire ou l'intercepter à volonté. Le meilleur système de ces chaudières est, sans contredit, celui que M. Pecqueur a fait paraître à la dernière exposition des produits de l'industrie. Outre les autres avantages, il en résulte une grande économie d'eau. La vapeur, après avoir agi pour la défécation et l'évaporation, est condensée en eau qui retourne dans le générateur, où elle passe encore à l'état de vapeur pour agir de nouveau, et ainsi successivement. On voit que la consommation doit en être presque nulle, et qu'on n'est tenu d'ajouter, à de longs intervalles, que ce qui s'en perd par les fuites. Ces avantages, qui donnent de la supériorité au système de chauffage par la vapeur sur celui à feu nu, consistent dans une meilleure défécation, une plus prompte évaporation, et l'im-

possibilité de caraméliser le sucre. L'évaporation est tellement rapide, quand on donne de la vapeur à plein tuyau, que le liquide se projette avec force hors de la chaudière, et a bientôt rempli la fabrique d'un nuage épais de vapeur. Avec une seule chaudière de M. Pecqueur, de 6 pieds de long et de 3 de large, j'ai vu évaporer 150 litres d'eau en moins de 15 minutes, quoique la vapeur n'ait jamais dépassé deux atmosphères et demie au-dessus de la pression ordinaire.

« Une installation de ce genre, avec un générateur de la force de quarante chevaux pour l'évaporation d'à peu près 20,000 litres de jus par jour de douze à quinze heures, ne coûterait guère plus de 16,000 francs; mais il serait plus convenable de prendre deux générateurs de la force de vingt chevaux chacun, au lieu d'un seul de force double. Cette division faciliterait le transport, l'installation, et permettrait, en cas de réparation de l'un des deux, que l'autre continuât toujours à fonctionner. La dépense de plus en combustible serait fort peu importante, ce système devant toujours laisser un surcroît de bagasses sur celui à feu nu. »

Tout ce discours aboutit en définitive à conseiller l'emploi de ce même *système à feu nu* tant déprécié, « parce qu'il doit prévaloir longtemps encore à tous autres, dans nos colonies, par le peu de dépenses qu'il nécessite, sa simplicité, plus à la portée des intelligences qui nous secondent, la facilité de son installation et de son entretien, son exemption d'accidents graves entre des mains inhabiles, sa prompte réparation et, après tout, par la beauté suffisante des produits qu'il peut donner quand il est exécuté d'une manière rationnelle. Je me suis donc proposé, *dans un plan que je donne ci-joint*, de réaliser tous les avantages qu'on peut attendre du système à feu nu, par une nouvelle forme donnée aux appareils, et leur disposition d'après un mode plus en harmonie avec le but des travaux de fabrication.

« J'ai été trop longtemps à même de reconnaître aux colonies tout ce qu'il y a de vicieux dans les procédés et les appareils en usage, et d'apprécier, en France, tout ce qui pouvait sagement y être substitué, pour ne pas m'attendre au succès complet d'*un nouvel équipage que je propose à mes compatriotes, en en faisant le premier l'expérience sur mon habitation.*

« La richesse de la canne et la facilité d'en extraire son su-

cre, qui ont été jusqu'ici l'un des motifs du peu de tentatives pour mieux faire que nos ancêtres, sont précisément aujourd'hui ce qui commande le plus impérieusement des changements pour placer l'industrie coloniale dans des conditions autres que celles que lui a faites le sucre indigène, et qui ne sont plus soutenables. »

Viennent ensuite, comme de raison, les louanges prodiguées aux travaux de MM. Péligot, Pelletan, Osmin, Hervy, parmi lesquelles nous trouvons cette phrase :

« Si le jus de la canne n'est donc que de l'eau sucrée à peu près pure, d'où vient alors que deux matières premières, si différentes de composition, donnent des produits qu'on ne peut distinguer après le raffinage? Il faut le dire, c'est que, *pour les rendre similaires, on a ôté à l'un tout ce qu'il avait de mauvais, et à l'autre tout ce qu'il avait de bon*. En effet, qui ne connaît le goût exécrable du sucre brut de betterave que le raffinage lui enlève, lorsque la même opération ôte au sucre de canne le goût particulier, le goût *sui generis* qui le caractérise et que savent apprécier tous les colons qui font usage de ce sucre grossièrement terré dans nos fabriques, ou même brut quand il est encore frais, qualité qu'il perd entièrement durant son transport en Europe, et à laquelle se substitue un goût détestable que la plupart des Européens lui croient naturel? »

A la suite vient cette autre idée, relative au sucre incristallisable :

« ... Il n'était néanmoins venu à l'idée de personne que ce sucre incristallisable ne préexistait point dans la canne, et qu'il n'était que le résultat de l'altération du principe sucré. C'est cependant cette vérité que la science vient de nous révéler d'une manière incontestable, et que de nouvelles expériences justifient chaque jour. »

L'auteur s'occupe alors de la *matière globulaire*, du ferment et de la fermentation, des filtres Dumont et Taylor, après quoi il expose les dépenses et les avantages de son nouveau *système d'équipage !*

C'est là que, suivant M. Hotessier, ou selon les intérêts du nouvel équipage, se trouverait le salut de la sucrerie exotique???

Nous serions d'accord avec M. Hotessier, à diverses conditions :

1° Nous ne voudrions pas voir percer à chaque mot la haine

de la betterave et le désir d'anéantir l'industrie indigène... C'était déjà trop pour l'industrie continentale que d'avoir subi la Restauration; le gouvernement de Juillet était excité à l'anéantir! D'autres administrations ont fait aussi mal, M. Hotessier aurait dû attendre...

2° Nous ne croyons pas que la nature ait mis du sucre dans des centaines de végétaux pour qu'on ne l'extraie que de la canne.

3° Nous ne pensons pas que l'arome d'une plante puisse être confondu avec son sucre, surtout lorsque le raffinage permet d'isoler le sucre complétement identique à lui-même, quelle que soit sa provenance.

4° Enfin, nous aurions voulu que la *Notice*, pour être acceptable, ne fût pas une réclame mal déguisée dans l'intérêt d'un outillage personnel.

Depuis le travail de M. Hotessier, rien de plus sérieux ne s'est produit sur la canne et son exploitation. Il y a eu bien des haines suscitées, bien des rancunes excitées, bien des intérêts mis en jeu; mais rien de pratique ne s'est fait jour à travers les querelles commerciales ou parlementaires dont la sucrerie a été l'objet depuis 1815.

La situation de la fabrication exotique ne s'est maintenue qu'à force d'articles de loi pour elle et contre la fabrication indigène, et c'est bien à l'industrie du sucre de betterave que pourraient s'appliquer justement les paroles de M. Hotessier:

« Une loi qui veut d'une industrie et qui en entrave les progrès doit être qualifiée de *vandalisme*. »

Nous ne pouvons entrer ici dans aucun détail sur les appareils spéciaux que l'on a proposés pour l'extraction du sucre de canne; en effet, à part le conseil d'utiliser les moyens de la fabrication indigène, on ne rencontre guère que de nouvelles dispositions de l'équipage ou des laminoirs dans les diverses modifications des inventeurs. Ce n'est pas là du progrès, et la fabrication exotique du sucre de canne ne peut songer à persister dans cette voie sans s'exposer à de graves dangers contre lesquels les récriminations ne peuvent rien, sinon constater la faiblesse et l'impuissance de l'inertie.

II. — Procédés de la fabrication vulgaire.

Y a-t-il réellement une *méthode de fabrication* dans ce que la sucrerie exotique faisait, et fait encore, pour extraire le sucre de la canne? La marche suivie est si peu rationnelle, elle est en opposition telle avec tout ce qui est du domaine de la technologie régulière que l'on ne peut guère y voir qu'un procédé sauvage, digne de l'imagination de quelque Indien des forêts américaines. Tout converge vers un résultat forcé : *faire le moins de sucre possible !* Cette proposition peut paraître étrange à première vue, mais ce qui suit en fournira une ample démonstration.

Voici donc le procédé généralement suivi :

Lorsque les cannes sont récoltées, ou plutôt au fur et à mesure de leur récolte, on les transporte dans un magasin qui porte le nom de *parc aux cannes*. Ce magasin doit être situé le plus près possible des *laminoirs* à écraser la canne, autrement dit du *moulin*. Les cannes sont introduites entre les cylindres, en bois, en pierre ou en métal, disposés verticalement ou horizontalement; lorsqu'elles ont passé dans un sens, présentées par un ouvrier, un autre les repousse dans le sens opposé, en sorte qu'elles subissent deux pressions. Le jus est reçu sur une table entourée d'une rigole, et de là il se rend quelquefois directement dans les chaudières, mais plus souvent dans un réservoir ou bac, où on laisse reposer pendant une heure.

Les chaudières sont réunies au nombre de cinq sur un fourneau allongé ; cette réunion de chaudières porte le nom d'*équipage*. Le feu est alimenté par de la bagasse, et le foyer est placé sous la chaudière à cuire, la plus petite de toutes, qu'on nomme la *batterie*. Les chaudières sont rangées dans l'ordre indiqué par la figure 1 d'autre part.

La chaudière *a*, la plus éloignée du foyer, se nomme LA GRANDE, *b* LA PROPRE, *c* LE FLAMBEAU, *d* LE SIROP, et *e* LA BATTERIE. Autrefois, chacune de ces chaudières avait son foyer particulier ; mais, aujourd'hui, l'équipage est chauffé par un seul foyer sous la chaudière *e*. Le jus, arrivant en *a*, est porté à une température très variable, additionné d'un peu de chaux, puis écumé. On le puise avec un puisoir et on le met en *b*, dans la propre ; *a* se remplit de nouveau. Il se forme dans la

propre de nouvelles écumes que l'on enlève et que l'on rejette dans la grande. Le jus, déjà concentré, est versé dans le flambeau en *c*, où il se concentre davantage, et où on l'examine

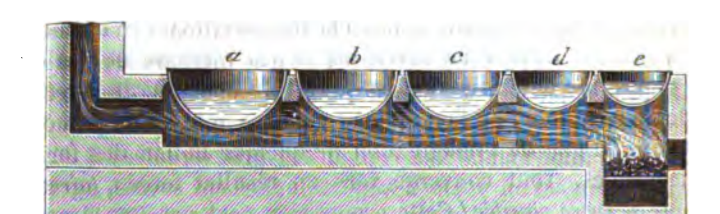


Fig. 1.

pour reconnaître sa limpidité. De là il passe en *d* dans le sirop, puis il arrive dans la batterie, où il parvient à la consistance de la cuite.

En sortant de la batterie, le sirop est mis dans un bac à refroidir et, lorsqu'il montre le *grain*, on le remue avec un mouveron, puis on le verse dans des tonneaux placés debout, dont le fond inférieur est percé de trous, munis de bouts de cannes formant chevilles. Lorsque la cristallisation est faite, on enlève les chevilles pour déterminer l'égouttage. Cette pratique est encore suivie dans beaucoup d'habitations; cependant la plupart des fabricants laissent *grener* leur sirop pendant vingt-quatre heures, puis ils le mettent en formes et, lorsque la masse est solidifiée, ils enlèvent la *tape* de la pointe, et font l'égouttage comme il est pratiqué en Europe pour les sucres bruts.

Le sucre égoutté, imparfaitement séché, est embarillé, lorsqu'il doit s'expédier complétement brut. Quelquefois il subit un ou deux terrages, et constitue la *cassonade à une* ou *à deux terres*.

Il arrivait même autrefois que l'on poussait la cuite au point d'obtenir une masse d'apparence semi-vitreuse, sans indices de cristallisation, que l'on enfermait ainsi dans des futailles à expédier.

Cet aperçu général, sur ce qui se pratiquait autrefois et se pratique encore dans beaucoup d'endroits, nous permettra de passer plus aisément en revue les diverses méthodes usitées, les appareils employés et les modifications qu'ils ont subies.

Du vin de cannes ou vesou. — Le jus de canne exige les plus grands soins et la plus grande précaution dans le traitement qu'on lui fait subir, si l'on ne veut s'exposer à le voir s'altérer très-promptement, sous l'influence d'une température assez élevée qui favorise extrêmement la fermentation.

Le vesou sortant des cylindres accuse toujours de l'acidité par sa réaction sur le papier bleu de tournesol; il précipite par le bichlorure de mercure. Il est constamment d'une apparence trouble, louche; sa couleur est gris verdâtre; il dépose rapidement, et offre une saveur franchement sucrée, agréable et aromatique. Son albumine et plusieurs ferments de même nature se coagulent en écumes vers + 60° à + 65°.

Nous avons assez étudié l'action des acides et des alcalis sur le sucre et les solutions sucrées pour comprendre que le vesou en éprouvera toutes les altérations auxquelles on peut s'attendre en général; nous connaissons la décomposition que la chaleur fait subir à la matière saccharine, et nous nous sommes suffisamment rendu compte des phénomènes qui doivent se passer dans la défécation, pour que nous n'ayons pas à y revenir. La température moyenne de + 30° à + 33° que subissent les vesous et sirops dans la fabrication exotique fait entrer presque immédiatement les premiers en fermentation, tandis qu'elle altère les seconds par son action longtemps prolongée. D'un autre côté, le traitement des vesous à feu nu, pour les amener à la cuite, doit nécessairement produire une certaine quantité de sucre liquide aux dépens du sucre prismatique, surtout si la défécation n'a pas été assez bien faite pour enlever les acides et purifier les jus.

Le vesou se débarrasse par le repos d'une assez grande quantité de matières insolubles et de débris qu'il retient en suspension au sortir des cylindres; mais n'a-t-on pas à craindre, ce qui arrive presque toujours, qu'un liquide acidulé, dans lequel, en raison même de cette acidité et de leur nature particulière, les ferments sont au plus haut degré d'excitation et d'énergie, n'entre presque immédiatement dans le mouvement fermentatif? Quelles sont les précautions qui ont été prises à cet égard?...

Que la *fécule verte* ou les débris de parenchyme et les matières insolubles se déposent, cela est très-bien; mais il convient de compter avec les ferments solubles et insolubles, et

tous sont nombreux dans le vesou, depuis l'*albumine* jusqu'à la *matière globulaire*, que nous appellerions volontiers le *ferment à l'état naissant* et, par conséquent, arrivé à sa période de plus grande activité.

Nous ne reviendrons pas sur les diverses opinions qui ont été émises, sur les discussions dont l'étude de la canne, encore fort incomplète, a été l'objet; mais il nous est permis d'avancer que pas une des opérations pratiquées n'est rationnelle. En voici la récapitulation, avec les observations dont nous croyons devoir l'accompagner, avant de décrire plus en détail les méthodes et les appareils de la sucrerie exotique.

1° *Extraction du vesou.* — Opération mal faite, mal conduite, laissant la moitié du sucre dans la bagasse au moins. Les appareils sont mauvais, essentiellement et diamétralement opposés à ce qui convient à la nature de la canne; de plus, quelque lente que soit leur action, elle est encore trop rapide pour une bonne extraction, quoique trop lente pour la conservation des jus.

2° *Repos du vesou.* — Cette opération est rationnelle en principe; mais elle cesse de l'être en fait. Comment veut-on qu'une liqueur, qui commence à fermenter au sortir des laminoirs, se maintienne pendant une heure, en présence de ferments très-actifs, sous une température excitante, sans entrer en fermentation?

3° *Défécation et filtration.* — Opération insignifiante. Elle ne consiste guère que dans la coagulation de l'albumine par la chaleur, car la quantité de chaux, ajoutée tout à fait arbitrairement et trop faible, ne peut donner un résultat complet.

La filtration n'est usitée qu'exceptionnellement.

4° *Concentration.* — La concentration à feu nu dans la propre, le flambeau et le sirop, d'un jus mal déféqué, ayant subi un commencement de fermentation, ne peut manquer de produire beaucoup de mélasse.

5° *Cuite.* — Pèche par la même raison, et n'est pas convenablement suivie par les travailleurs nègres, dont l'intelligence

est assez routinière. Il importerait de substituer l'infaillibilité de la machine à leur étourderie naturelle.

6° *Cristallisation.* — On ne suit aucun des principes généraux qui doivent diriger cette phase de la fabrication.

Il résulte de l'ensemble de fabrication suivi ordinairement que 1,000 kilogrammes de cannes donnent les résultats moyens suivants :

Sucre restant dans la bagasse..	87k,50	= 170k,00
Sucre obtenu...............	60 ,00	
Valeur saccharine de la mélasse.	22 ,50	

Et encore, devons-nous ajouter que ce rendement de 6 % en sucre marchand est plus élevé que la moyenne réelle, laquelle ne dépasse pas habituellement 5 %. Ce chiffre de 6 % n'est admissible que dans les cantons où les fabricants ont cherché à améliorer l'extraction du jus par tous les moyens possibles, compatibles avec une mauvaise organisation.

Nous examinons maintenant avec quelques détails les phases diverses du procédé informe dont nous venons de tracer le sommaire.

Extraction du vesou. — Les *moulins à cannes* sont ordinairement placés près du parc aux cannes, afin d'éviter les longs transports; ils sont mis en mouvement par l'eau, le vent, un manége, ou, trop rarement, par la vapeur.

On distingue les *laminoirs* en *verticaux* et *horizontaux;* ces derniers sont préférables.

Les laminoirs verticaux sont composés de trois cylindres ou *rolls* (fig. 2), dont les deux latéraux reçoivent le mouvement

Fig. 2.

de celui qui est intermédiaire. Ce mouvement a lieu dans le sens des flèches.

Lorsque la canne est engagée en *A*, elle est entraînée vers *B*,

et, par l'effet de la pression, une partie du jus s'écoule du côté *A* ; la canne, reprise à sa sortie en *B*, est engagée de nouveau en *C*, où il s'écoule encore du vesou et, de là, elle sort en *D* pour être portée dans un magasin appelé *case aux bagasses*.

Nous avons fait voir (t. I, p. 99) que, de tous les appareils possibles, les *moulins lamineurs* sont les plus mauvais que l'on puisse employer, et nous avons donné les raisons techniques de cette appréciation, dont un dessin fait comprendre la valeur et l'exactitude. Nous ne reviendrons pas sur cette démonstration, mais il ne nous paraît pas hors de propos de rechercher quelles sont les conséquences pratiques du laminage au point de vue du rendement.

Soit la canne renfermant, selon les indications de M. Péligot :

Eau.....	72,1	Jus total..	90,1	= 100,0
Sucre....	18,0			
Ligneux....................			9,9	

Il est clair que l'on doit, par une *extraction complète*, obtenir 180 kil. de sucre, tant en sucre cristallisé qu'en dissolution dans la mélasse. Au lieu de ce résultat, on obtient, en moyenne 59,3 de vesou d'après M. Dupuy. Il en résulte que, en supposant, ce qui n'est pas, que le jus resté dans la bagasse ne soit pas plus riche que le jus extrait, on perd dans les résidus 30,7 °/₀ du jus normal. Or, 90 : 30,7 : : 18 : $x = 6,14$, en sorte que, dans cette hypothèse, il y aurait le tiers du sucre seulement qui resterait dans le résidu. Cela n'est pas admissible, car il est impossible que, en extrayant 11,86 de sucre réel °/₀, on n'en fasse cristalliser que 5 à 6 °/₀, c'est-à-dire la moitié. D'autre part, les fabricants qui se servent de laminoirs plus puissants et qui obtiennent 70 °/₀ de jus ne dépassent guère le rendement vulgaire. Les trop célèbres usines Cail, dont la réputation a été surfaite par une publicité complaisante, ne fournissent que 9 de sucre par trois jets, c'est-à-dire un rendement égal à celui qui est représenté par 59,3 de jus. Ce résultat, sur lequel nous aurons à revenir, démontre péremptoirement que la faute est dans le procédé d'extraction même et que le jus extrait est moins riche que celui qui reste emprisonné dans les cellules. Il convient de dire que nombre de fabricants ne font qu'une cristallisation, en sorte que 1000 kil. de cannes, par 59,3 de vesou °/₀, leur rendent 55 kil. de sucre, lorsqu'ils devraient ob-

tenir 106^k,74 en tout sucre, c'est-à-dire que leur rendement devrait se composer, pour 118^k,60 de masse cuite, de :

Sucre de premier jet...	64^k,64	
Sucre de deuxième jet..	12 ,48	= 82^k,07
Sucre de troisième jet..	4 ,95	
Mélasse....................		27 ,02
Total........		109 ,09
Eau évaporée..................		9 ,51
		118 ,60

Ce calcul, basé sur les rendements de la betterave, démontre que, par suite d'un mauvais travail, le fabricant perd *au moins* 61^k,40 de matière sucrée restée dans la bagasse, et 51^k,74 sous forme de mélasse ou de sucre altéré entraîné. C'est, en tout, une perte de 113^k,14, au point de vue de la production du sucre cristallisé. Nous rapprochons à dessein ces chiffres techniques de ceux qui ont été obtenus dans une usine Cail, montée avec tout l'attirail complexe et coûteux que l'on sait. Cette usine a produit par 1000 kil. de cannes :

Sucre de premier jet....	63^k,08	
Sucre de deuxième jet...	23 ,05	= Sucre. 94^k,53
Sucre de troisième jet...	3 ,40	

Il ressort de cette comparaison quelques conséquences sur lesquelles nous reviendrons, mais que nous croyons devoir signaler à nos lecteurs : 1° Les usines Cail obtiennent moins de premier produit qu'elles ne devraient, même en assimilant le jus de cannes au jus de betterave, ce qui est une faute grossière, en présence de la valeur du vesou qui permet de forcer le produit des premiers jets. 2° La différence de rendement du second jet et du troisième jet s'explique par la pauvreté de la canne en matières étrangères. 3° En ramenant les données précédentes au travail courant, par une extraction de 59,3 en jus normal, en prenant pour base les rendements des usines Cail, on trouve que 593 de vesou, par 106,74 de sucre, devraient rendre :

Premier jet........	64^k,64	
Deuxième jet.......	23 ,61	= Sucre. 96^k,85
Troisième jet.......	8 ,60	

Il ne devrait rester, en faisant trois cuites, comme dans les usines Cail, que 9^k,89 de sucre engagé dans la mélasse.

Cette discussion a pour but de faire voir, d'abord, que l'extraction est mauvaise par les rolls, ensuite qu'elle n'est pas beaucoup meilleure dans les usines Cail, puisque, en faisant trois jets comme dans ces usines, on peut arriver au même rendement. Il n'y a donc pas lieu de s'émerveiller devant des résultats qui disparaissent en face d'un examen un peu attentif, et qui ne laissent debout que le regret d'avoir dépensé inutilement des sommes considérables.

Il ressort une conséquence de tout cela, plus grave et plus directement relative à l'emploi des rolls : c'est que, par ces engins, on perd, en moyenne, 900 — 593 = 307 kil. de jus, par 1 000 kil. de cannes, et que cette quantité représente 49k,80 de sucre extractible par trois jets. La perte est égale à ce que les fabricants retirent par leur travail vulgaire à un seul jet, en sorte que c'est à peine s'ils retirent le tiers du sucre de la canne, un tiers restant dans la bagasse, par suite de l'emploi des rolls, et l'autre tiers restant dans la mélasse, par suite d'une mauvaise fabrication.

La figure 3 donne l'idée de la disposition des trois rolls dans les laminoirs verticaux.

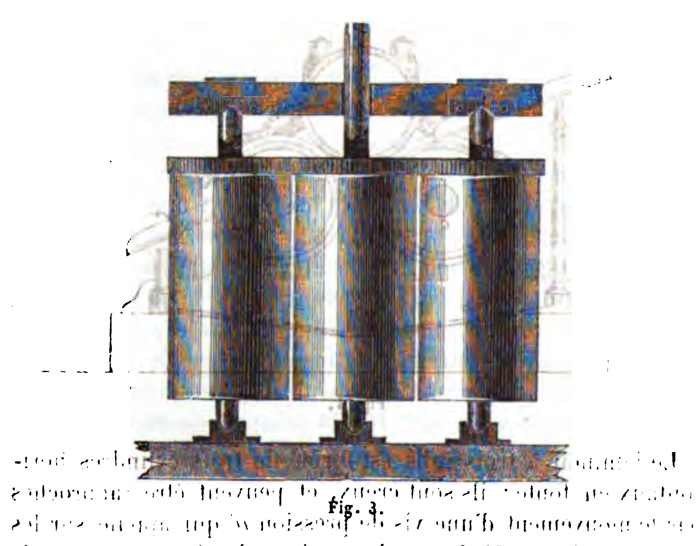


Fig. 3.

On comprend que la disposition verticale ne vient absolument rien modifier au résultat que nous venons de signaler.

Quelle que soit la direction de la pression ou celle de l'introduction de la canne entre les cylindres, il y a un fait brutal devant lequel on se heurte invinciblement, et l'on ne peut faire que la pression ne soit pas la pression. Que les planteurs se reportent à ce que l'on sait sur l'action de la presse hydraulique, la plus puissante de toutes, et celle dont l'action méthodique doit procurer les effets les plus avantageux. Malgré l'effort de plusieurs centaines de mille kilogrammes, on ne retire que 80 à 82 de jus sur 96 dans une pression, et il est bien évident que les rolls les plus puissants ne peuvent dépasser, *par une seule pression*, les rendements ordinaires de 60/90. On a bien parlé d'une seconde pression pour arriver à 70 ou 75 de vesou sur 100 de cannes, mais cette question mérite d'être examinée à part, et nous ferons voir que cette mesure est loin de présenter la valeur qu'on a cherché à lui attribuer.

Les laminoirs verticaux sont en grande partie supprimés aujourd'hui et remplacés par les laminoirs à rolls horizontaux (fig. 4 et 5). Cette disposition est meilleure, en ce sens qu'outre l'action due au mouvement, les cannes ont encore à subir l'effet qui dépend d'une plus grande fixité, d'une résistance supérieure des rolls.

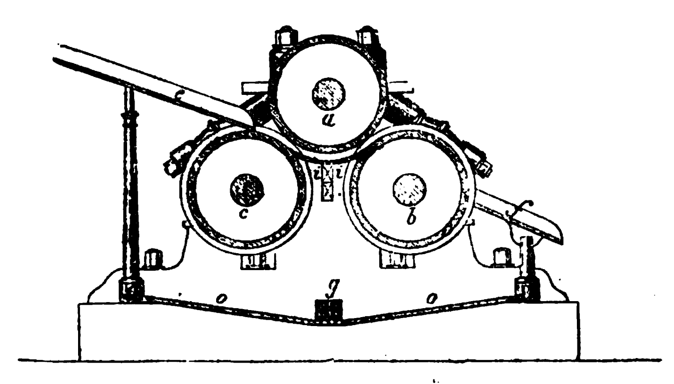


Fig. 4.

Le laminoir à trois rolls est formé de trois cylindres horizontaux en fonte ; ils sont creux, et peuvent être rapprochés par le mouvement d'une vis de pression *ii'* qui appuie sur les porte-coussinets. M. Payen donne de ce laminoir à trois rolls une bonne description, qu'il accompagne d'observations fort

justes. L'un des cylindres, dit-il, reçoit le mouvement d'une grande roue mue par un pignon, et le transmet aux deux autres par troies roues d'engrenage égales, montées sur les axes des trois cylindres; les cannes sont amenées par un tablier sans fin sur la plaque intermédiaire entre les deux premiers cylindres *ac*, où elles sont aplaties et pressées; elles sont conduites par une lame courbe de tôle entre le cylindre *a* et le troisième *b*, qui sont plus rapprochés, de manière que la pression soit graduée et la plus complète possible. On doit faire marcher lentement les cylindres pour laisser au jus le temps de s'écouler par le caniveau *g*.

M. Payen ajoute qu'il a indiqué une disposition qui augmente le rendement : *elle consiste à chauffer, par la vapeur, l'intérieur des cylindres*, comme cela se pratique dans les papeteries; la canne chauffée pendant la pression perd une partie de son élasticité, laisse écouler plus facilement le vesou et, se gonflant moins après l'expression, réabsorbe moins de jus que par l'expression à froid. Il arrive parfois que des nœuds de cannes se superposent, ou qu'un corps étranger dur quelconque vient s'engager entre les cylindres, et présente une résistance telle, qu'*elle détermine la rupture d'une des parties essentielles* dans le mécanisme du moulin. Cet accident pourrait être très-grave, si les constructeurs n'avaient pris la précaution de faire une des pièces de la machine, l'axe qui transmet le mouvement au pignon de la grande roue, par exemple, beaucoup plus faible que les autres; il en résulte que, par un effort accidentel trop grand, la rupture a lieu sur cette pièce. Comme on se pourvoit ordinairement de plusieurs de ces pièces de rechange, on évite ainsi de longs chômages. MM. Derosne et Cail emploient une disposition plus commode, en plaçant un des engrenages en forme de cercle mobile à frottement sur la grande roue alesée : on comprend qu'un grand effort, faisant tourner le cercle qui porte l'engrenage, la presse ne fonctionne plus momentanément; on peut alors désembrayer, dégager l'obstacle et reprendre aussitôt le travail.

On pourrait augmenter le rendement en jus, dans la fabrication du sucre de canne, en employant des moulins à cinq cylindres : les cannes seraient alors soumises à quatre pressions successives; on extrairait, en outre, une portion du jus

par endosmose, en injectant de la vapeur mêlée de gouttelettes d'eau sur les cannes avant qu'elles parvinssent à la dernière paire de cylindres. Ces dispositions, indiquées par M. Payen, ont été appliquées par M. Nilus, puis par MM. Derosne et Cail; elles ont produit les effets attendus; mais la complication un peu plus grande des presses semble devoir y faire renoncer, tant que l'industrie mécanique ne sera pas plus avancée aux colonies.

La figure 5 ci-dessous indique une de ces presses à cinq cylindres :

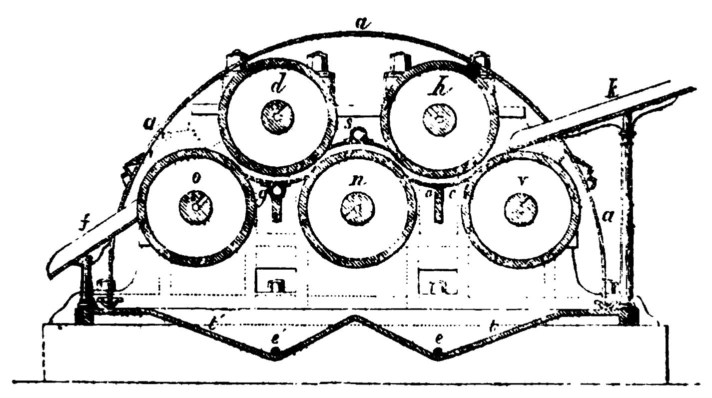


Fig. 5.

On y remarque les axes creux *odknv*, donnant issue à la vapeur; deux des lames courbes portent un tube qui amène la vapeur mêlée d'eau à la troisième et à la quatrième pression : entrées sur le tablier *k* entre les cylindres *hv*, les cannes subissent ainsi quatre pressions, et sortent sur le plan incliné *f*; une enveloppe en tôle *aaa* maintient la chaleur, en sorte que le *jus*, échauffé à $+ 60°$, ne peut fermenter; il s'écoule par les plans inclinés *ll'* et les tuyaux *ee'*, au réservoir ou monte-jus, qui l'envoie directement aux chaudières à défécation.

Ces dispositions, assurément fort ingénieuses, n'ont pas réussi à faire adopter cet appareil dans les colonies; c'est à peine s'il fonctionne aux États-Unis. La raison en est dans sa complication, la difficulté des réparations et, de plus, l'impossibilité de s'en servir si l'usine n'est pas montée à vapeur. Il y aurait, en effet, tel nombre de rolls que l'on voudrait, que

l'on n'extrairait pas une goutte de vesou de plus, lorsqu'on serait arrivé à un point donné, à moins d'imbiber la bagasse d'eau ou de vapeur mêlée d'eau, pour dissoudre le sucre que la pression a, pour ainsi dire, solidifié dans les cellules.

D'un autre côté, dans les habitations où l'on n'a pas la vapeur à sa disposition, un tel laminoir exige plus de force qu'on n'en a à dépenser. Aussi, malgré tout l'avantage théorique que présenterait cette machine, elle est presque restée à l'état de projet.

De la double pression. — On a cru pouvoir, par une pression répétée, obtenir le sucre qui reste dans les cellules de la bagasse. Il y a, dans cette illusion, quelque chose que l'on rencontre assez fréquemment, un peu de bon sens, avec beaucoup d'absurdité. A moins d'une extrême division et d'un certain temps de contact, il ne convient pas de supposer que le liquide de lavage, ou plutôt de trempe, pourra pénétrer dans les cellules, et dissoudre le sucre qui s'y trouve. Si l'on prend de la bagasse et qu'on la trempe dans l'eau, pour la presser aussitôt, on lavera le sucre sorti des cellules, on l'entraînera et l'on aura bénéficié de quelque peu; mais le liquide de lavage n'aura pas pénétré dans les cellules intactes. Il faut, pour que ce résultat soit atteint, un certain temps, ou une très-grande division, ou une dissolution des parois.

Les faits appuient cette théorie, qui est, de tous points, rationnelle. En effet, une seconde pression, après une trempe, lorsqu'on agit sur de la pulpe de betterave, fournit de 3 à 5 de jus normal en sus du premier produit, et il en est de même pour la canne : plus on augmente le temps du contact avec le liquide, plus le gain est grand. Il y a donc ici une question de macération.

Pourquoi ne pas faire immédiatement ce qui convient et se contenter d'opérations ébauchées?

Le but que l'on poursuit est celui-ci : obtenir 90 de jus normal pour 100 parties de cannes, dans le minimum de temps, avec le minimum de force et de dépense. Que l'on nous cite aujourd'hui un seul fabricant ayant atteint ce résultat, nous serons le premier à le féliciter. La maison Cail, qui se vante tant, à tort et à raison, n'a pas atteint ce chiffre avec *les millions qu'elle fait dépenser et qu'elle encaisse*, puisque, s'il en était

ainsi, elle proclamerait bien haut qu'elle fait 16 à 17 de produit sucre pour 100. Elle se contente de déclarer 9 à 9,5, peut-être 10, quand elle exagère, ce qui revient à 60 ou 65 de jus normal, avec les plus fortes pressions qu'elle ait pu produire. La seconde pression est donc illusoire, à moins qu'elle ne soit faite dans des conditions particulières : que la bagasse subisse une macération après la première pression, qu'on la presse une seconde fois après un temps suffisant, nous comprenons que l'on obtienne la presque totalité du vesou ; mais, lorsqu'on ne réunit pas la lévigation ou la macération aux deux pressions, on est dans le faux en pratique, et toutes les réclames n'ont rien à faire contre des chiffres de rendement.

Que sera-ce donc, si la seconde pression se fait sans trempe, sans imbibition? Il est bien évident que l'on exécutera, dans ce cas, un travail à peu près inutile, qui ne payera pas sa main-d'œuvre. Nous nous bornons, quant à présent, à ces réflexions sommaires, ce point devant être traité tout au long dans l'étude de la sucrerie agricole.

Repos et décantation. — Le vesou arrive dans le bac à repos, y abandonne beaucoup de matières insolubles...

Nous conseillons aux planteurs d'introduire dans la liqueur des solutions capables d'arrêter l'action du ferment et, selon nous, voici ce qu'il conviendrait de faire. On aurait deux de ces bacs; pendant que l'un verserait son produit dans la *chaudière à déféquer*, l'autre recevrait le vesou venant du moulin. Au fur et à mesure que l'un de ces bacs serait vide, on y verserait une dissolution suffisamment concentrée d'une substance tannante quelconque, en quantité convenable pour rendre insolubles toutes les matières albuminoïdes. On agiterait deux ou trois fois pendant le remplissage; puis, on ferait arriver dans la *grande*, ou dans la chaudière à déféquer, la portion claire; le dépôt serait passé au débourbeur.

Il est *facile partout* d'exécuter cette précaution, de construire une caisse à débourber, ou de débourber en sacs, et l'on n'a rien à objecter contre cette manœuvre.

Nous admettons franchement que nos lecteurs cherchent, comme nous, la vérité, qu'ils veulent le bien, et ne s'obstinent pas dans le mal par un entêtement inconcevable en industrie. Or, lorsqu'il s'agit de pratiquer, on est en présence de faits, et

il ne s'agit pas de tergiverser ni de chercher des biais et des accommodements. Voici la situation :

1° D'après *tout le monde*, le jus de cannes ou vesou est toujours acidule en sortant de la plante.

2° D'après *tout le monde, à l'exception de M. Péligot*, le vesou contient toujours du glucose, dans les conditions de la pratique.

3° D'après *tout le monde et M. Péligot lui-même*, le vesou contient une *matière globulaire*, qui est un *ferment actif* et qui développe une fermentation rapide. L'action de ce corps produit l'altération des vesous en très-peu de temps, et il détermine la formation de la *matière visqueuse*, prise par M. Icery pour une matière particulière.

4° Cette altération est d'autant plus rapide que le vesou renferme des matières grasses, lesquelles, comme on le sait, favorisent puissamment cette transformation.

5° Nous ne parlerons pas des autres agents, tels que certains sels, qui activent encore ce travail de décomposition, et nous nous contenterons de mentionner une température moyenne de + 30°, qui est plus que suffisante pour hâter la destruction du sucre...

Et l'on veut, en présence de tout cela, laisser *reposer* le vesou pendant une heure ou deux, sous prétexte de lui faire déposer des matières insolubles, mais surtout par un motif réel de fainéantise et de négligence, celui d'éviter la purification et la filtration! C'est comme si l'on proposait de détruire les deux tiers du sucre pour purifier le reste sans fatigue. Cela n'est pas sérieux. Malgré les dires de qui que ce soit, lorsque l'on traite le vesou par une substance tannante, on lui enlève les ferments et on peut le laisser reposer à *toute température* pendant 48 heures, sans altération; la chaux peut toujours enlever l'excès de tannin, et les matières que celui-ci n'a pas atteintes. Il n'y a plus, dans ce cas, de production de matière visqueuse, et les craintes de M. Icery demeurent dans le domaine de la chimère. Mais, pour arriver à un but, il faut en prendre les moyens et rien ne se fait seul.

Défécation. Filtration. — Lorsque l'on fait arriver le vesou dans la *Grande*, on y ajoute un peu de chaux pour en

détruire l'acidité, mais non assez pour le déféquer, aussitôt que le liquide est arrivé à une température arbitraire d'environ + 60°, que le nègre chargé de la grande *évalue à la main* le plus souvent... C'est ce que l'on désigne par les mots *enivrage du vesou.*

Nous avons indiqué un procédé d'essai qui permet d'apprécier la quantité de chaux qu'il faut employer *pour tous les jus sucrés;* c'est là la véritable marche pratique qu'il convient de suivre.

Nous ne voyons pas de différence de main-d'œuvre dans les deux procédés que voici :

Ce qu'on fait :	*Ce qu'on pourrait faire :*
Le vesou, écumé dans la *Grande,* est *puisé* à la poche dans cette chaudière et mis dans la *Propre,* où l'on sera obligé de l'écumer encore.	Le vesou déféqué est puisé et jeté au fur et à mesure dans un petit débourbeur, ou dirigé vers un filtre (méthode Taylor). Le produit de la filtration n'a plus besoin que d'être concentré dans la propre, le flambeau, le sirop.

On écume le vesou, lorsque l'albumine est coagulée et que les écumes sont montées, ou bien au fur et à mesure... Tout cela est bien plus long, plus fatigant et plus ennuyeux qu'une filtration. Il faut encore écumer dans la PROPRE, fort mal nommée, souvent dans le FLAMBEAU et quelquefois dans le SIROP....

Au lieu de cela, par la filtration après défécation, on peut marcher sans obstacles jusque dans le *flambeau.* On mettrait au-dessus du *sirop* une chausse ou un appareil très-simple, qui filtrerait le produit du flambeau et le laisserait couler par intermittences dans le *sirop*...

Un tel appareil n'est pas difficile à construire ; il peut se faire *partout* avec du bois et de la bonne volonté.

S'il est difficile de se rendre compte de la ténacité avec laquelle le sucre se défend contre les effets du repos en bacs, en l'absence d'agents préservateurs, si l'on comprend que la brièveté de durée est la seule cause en vertu de laquelle il reste encore du sucre dans le vesou après ce repos, il n'est pas moins malaisé de comprendre comment le bon sens a pu s'oblitérer jusqu'au point d'appeler purification ce que l'on fait dans un équipage. On se borne à enlever à mesure les écumes qui se pro-

duisent, sans se soucier des sels, des matières albuminoïdes non coagulables, des matières coagulables qui se redissolvent par la chaleur, des substances visqueuses, gommeuses, etc. On *écume*, et c'est tont. Faut-il s'étonner, après cela, d'entendre dire que *le sucre ne veut pas cuire*, *qu'il ne veut pas cristalliser?* On retrouve là le fatalisme des côtes de Guinée ou de Mozambique, et les fabricants, aussi ignorants et plus apathiques que leurs nègres, n'ont guère le droit de se plaindre. Savez-vous, messieurs, qui vous plaignez par habitude, depuis 1815, savez-vous que l'on dépense plus de soin, de travail, de talent et de science, pour extraire un seul kilogramme de sucre de betterave, que vous n'en dépensez entre vous tous, pour produire un million de tonnes de sucre de canne? Si vous faites un grain de sucre, ce n'est pas de votre faute et il ne convient pas de vous le reprocher. Vous faites ce que vous pouvez pour n'en pas faire, mais le sucre de la canne s'extrait malgré vous, et votre plante est si riche que vous ne pouvez parvenir à en détruire entièrement le produit...

Et qu'on n'aille pas prendre le raisonnement qui précède pour une exagération. Il suffit, pour se convaincre de la vérité absolue qu'il renferme, de prendre le jus d'une betterave, de le laisser reposer pendant une heure, de le porter sur le feu en y ajoutant autant de chaux, aussi peu, pour mieux dire, que l'on fait pour le vesou, d'écumer en concentrant, de transvaser à plusieurs reprises en écumant jusqu'à la cuite pour arriver à faire du sirop incristallisable. Et quel intérêt, sinon celui de l'humanité, dont ils font partie, et celui du bien public, pouvons-nous avoir à dire aux fabricants de sucre exotique: ceci est mal, pour telle raison technique, ne le faites pas; cela est bien, pour telle autre raison, faites-le; vous vous en trouverez bien; vous produirez plus et de meilleure qualité? A voir la méfiance avec laquelle les planteurs accueillent les observations des spécialistes, on est forcé d'arriver à un dilemme dont il est difficile de s'écarter : du moment où les mesures qu'on leur conseille sont plus économiques que celles qu'ils pratiquent, ou ils ont perdu le sens commun, s'ils ne les exécutent pas, ou leur vanité est telle qu'ils se supposent infaillibles. L'histoire est là, l'histoire, froide et sévère, de la sucrerie, pour dire en quoi consiste cette infaillibilité depuis 1820.

Malgré cela, et avec la presque certitude de parler pour des

sourds, de ceux qui ne veulent pas entendre, nous leur dirons, cependant, ce qu'ils doivent faire, parce que c'est un devoir de le leur dire.

On ne peut faire avantageusement du sucre qu'à la double condition d'extraire le maximum du jus sucré et de purifier ce jus aussi complétement que possible. Pour le purifier, la première condition est de ne pas le détruire. Pour cela, il ne doit jamais être abandonné au repos, en présence de ferments et d'une température excessive, si l'on n'a pas pris la précaution d'y introduire des agents de préservation qui annihilent l'action des ferments, la suspendent ou la détruisent. Ces agents doivent être inoffensifs par rapport au sucre. La seconde condition consiste dans la purification proprement dite, c'est-à-dire dans l'élimination de toutes les matières étrangères au sucre, de celles d'abord qui ont été employées pour le préserver des altérations par voie de fermentation, ensuite de celles qui n'ont pu être chassées par ces agents préservateurs. Cette élimination ne peut se faire que par l'action des réactifs chimiques, parmi lesquels la chaux est à la fois le plus économique et le plus puissant. Mais encore faut-il employer de cette chaux une proportion suffisante, c'est-à-dire toute la quantité nécessaire pour faire passer à l'état insoluble tout ce qui est susceptible de prendre cet état par l'action de la chaux. Il est parfaitement inutile d'employer *trop* de chaux, mais il est rigoureusement indispensable d'en employer *assez*. Il importe donc de vérifier, sur un volume du jus, quelle est la proportion de chaux qui exerce un effet utile, passé lequel l'excès commence. Enfin, une troisième condition consiste dans la séparation mécanique des dépôts produits par la chaux et des écumes. Plusieurs corps devenus insolubles par leur combinaison avec la chaux repassent à l'état soluble par l'action d'une chaleur prolongée ou d'une longue ébullition. La filtration ou le débourbage est donc d'une absolue nécessité. Nous n'insisterons pas sur l'élimination des alcalis, dont l'utilité est incontestable. Comme les alcalis sont en très-petite proportion dans les vesous, on pourrait regarder cette opération complémentaire de la purification comme moins nécessaire que pour les jus de betterave; mais ce serait une erreur. En présence de très-peu de glucose, il suffit de très-petites quantités d'alcali pour colorer les jus et les sirops et diminuer la qualité et la quantité du produit.

Concentration. — On écume dans la grande, on écume et l'on concentre dans la *propre*, on continue la concentration dans le flambeau et le sirop...

Tout cela se fait à feu nu!...

On détériore le sucre; on en brûle la moitié...

Étudions un peu la question.

Un CHAUDRON en cuivre, muni d'un manomètre, donnant de la vapeur à 4 atmosphères, peut fournir plus de vapeur qu'il n'en faut pour faire fonctionner convenablement un défécateur, deux chaudières à concentrer et une chaudière à cuire.

Ce petit appareil ne coûterait pas la vingtième partie de ce qu'un planteur perd dans ses bagasses brûlées... Comptons 4,500 francs, soit 5,500 francs, transport compris.

Avant de continuer les observations nécessaires sur cette triste chose qu'on nomme l'équipage, il est utile de rechercher quelle peut-être la valeur calorifique des bagasses épuisées, afin d'apprécier de plus près la question de concentration en tant qu'elle est touchée par celle de l'épuisement de la bagasse. Mille kil. de canne fournissent 1100 litres de jus atténué, par un bon système d'extraction, dans lequel on combine la division en cossettes, l'écrasement, la lévigation et une pression d'épuisement. Ces 1100 litres contiennent 180 kil. de sucre et devront fournir 200 kil. de bonne masse cuite par la vaporisation de 900 litres d'eau, tant dans la concentration que dans la cuite. Or 900 litres d'eau exigent, à partir de la température initiale de $+30^{\circ}$, $607{,}5 \times 900 = 546\,750$ calories, pour se réduire en vapeur. Les 1000 kil. de cannes fournissent 99 kil. de ligneux sec ou 120 kil. de résidu, au degré de siccité du bois séché à l'air. On peut considérer le pouvoir calorifique de ce résidu comme égal à celui de la tourbe, et le représenter par 3300 calories. Les 120 kil. de bagasse peuvent donc fournir 396000 calories, en sorte que, pour produire toute la chaleur nécessaire au travail, on n'aurait qu'à fournir un excédant de 150750 calories. Cet excédant correspond à la quantité indiquée de chacun des combustibles suivants :

Bois séché à l'air....................	52k,89
Tourbe..........................	45 ,68
Charbon de terre, qualité commune....	25 ,12

De ce simple aperçu, il résulte que, avec un appareil pro-

ducteur de vapeur bien établi et dans de bonnes conditions, on peut produire la vapeur nécessaire au traitement de 1000 kil. de cannes (*concentration et cuite*) en brûlant la *bagasse épuisée* avec 52k,89 de bois, ou 45k,68 de tourbe, ou 25k,12 de charbon de terre. Or, en épuisant les bagasses, on gagne 49k,80 de sucre extractible sans compter la mélasse, et toute la question de l'épuisement se réduit à savoir si l'on a intérêt à dépenser 1k,06 de bois, ou 0k,917 de tourbe, ou 0k,504 de charbon de terre, selon les cas, pour obtenir une augmentation de 1 kilogramme de sucre. Nous laissons la réponse à l'examen des fabricants, et nous n'avons voulu toucher ce point dès à présent que pour faire voir la puérilité des lamentations qui ont la bagasse pour objet. Suivant nombre de gens, en effet, en laissant du sucre dans la bagasse, on a tout le combustible nécessaire au travail. Nous ne le comprenons que trop, puisque, pour obtenir 118k,6 de masse cuite, on brûle 99 kil. de bagasse (calculée sèche) et 55k,26 de sucre. Tout le monde n'aurait pas le triste courage de se livrer à un jeu aussi absurde, et il y a peu de calculateurs assez dénués de sens commun pour ne pas vouloir acheter 55k,26 de sucre au prix de 53 kil. de bois.

Ce qui vient d'être dit s'applique au cas où les bagasses sont épuisées et où l'on a à concentrer et à cuire 1100 litres de jus par 1000 kil. de cannes. Si l'on se place, au contraire, dans la condition ordinaire, qui donne 593 de vesou seulement par 1000 kilogrammes, on se trouve en présence de circonstances fort différentes. Les 593 kil. de jus, contenant 106k,74 de sucre et fournissant 118k,6 de masse cuite, exigeront la vaporisation de 593 — 118,6 = 474k,4 d'eau, c'est-à-dire la dépense de 268198 calories, par la température initiale de + 30°. Or, on a, dans la bagasse, 120 kil. de combustible ordinaire qui représentent 396000 calories. En outre, cette bagasse retient 55k,26 de sucre, dont le pouvoir calorifique ne peut être évalué au-dessous de 5490 calories par kilogramme. C'est encore un chiffre de 313377 calories, ce qui porte les ressources calorifiques à 709377 calories, c'est-à-dire à 441179 calories de plus qu'il n'est strictement nécessaire.

La situation est donc très-claire. En épuisant complétement les bagasses, on est obligé de se procurer du combustible pour 150750 calories, mais on bénéficie de 55k,26 de sucre. En ne retirant que 59,3 de vesou pour 100, on a 441179 calories

d'excédant, mais on perd et on brûle $55^{k},26$ de sucre, en sorte que l'on peut se prononcer en toute connaissance de cause. Il est évident, d'ailleurs, que les calculs précédents ne s'appliquent qu'à la dépense relative à la concentration et à la cuite, et non pas à celle qui se rapporte au travail moteur, que nous laissons, pour le moment, à côté de cette appréciation.

En dehors de cette digression apparente, on doit remarquer la déraison qui a présidé à l'organisation de ce qu'on appelle *équipage*. On sait que le sucre présente un coefficient calorifique beaucoup moins élevé que celui de l'eau et que, plus les solutions sucrées sont concentrées, plus le sucre s'altère par l'action de la chaleur. Sans recourir à d'autres raisons, celles-ci ne suffisent-elles pas pour que l'on sente toute l'absurdité d'une disposition qui consiste à placer le foyer sous la *Batterie* et à mettre la *Grande* près de la cheminée? C'est tout le contraire qui devrait avoir lieu, et le maximum de chaleur devrait s'appliquer aux jus faibles contenus dans la *Grande*, tandis que le minimum de chaleur s'appliquerait aux sirops de la *Batterie*. Cette remarque, conforme aux données les plus saines de la physique et de la chimie, a déjà été faite par M. Péligot. Elle reste à l'état de lettre morte, malgré toute l'utilité qui en résulterait dans l'application.

D'un autre côté, en supposant que les chaudières et le foyer soient disposés d'une manière rationnelle, la forme même des chaudières est une cause d'altération du sucre, de perte de temps et de combustible. En effet, dans les chaudières hémisphériques, la calorification s'exécute sur des masses profondes, qui sont exposées longtemps à la chaleur. La vidange ne peut se faire par continuité, et le fond des chaudières est exposé à une chaleur intense, irrégulière, dont les effets sont le plus souvent désastreux. Il n'y aurait là qu'un inconvénient de dépense exagérée et de perte de temps, si l'on pouvait supprimer à volonté l'accès de la chaleur; mais cela est complétement impossible dans le système adopté, qui n'est plus en rapport avec les règles imposées par le bon sens le plus élémentaire.

Nous aimerions mieux la vapeur, dans tous les cas; mais, en supposant l'emploi du feu nu, il semble que l'on peut modifier cette organisation de manière à en tirer un meilleur parti. Une chaudière hémisphérique, profonde, chauffée par un foyer isolé, peut remplacer la *Grande* et servir de chaudière à défécation.

Une grande chaudière à surfaces, sur petites épaisseurs de liquide, peut faire de la concentration continue, dans les idées, fort justes, de Curaudau; enfin, la cuite peut se faire par les chaleurs perdues des deux vases précédents. Tout cela serait méthodique, au moins relativement à ce qui se fait, et une partie des objections graves soulevées par l'équipage n'aurait plus de raison d'être.

Ce ne serait pas la perfection, mais ce serait déjà moins mal, et les progrès les plus modestes ne sont pas à dédaigner dans certaines conditions.

Ne serait-il pas pourtant mille fois préférable de n'avoir qu'un générateur de vapeur, un seul producteur du calorique, qui le communiquerait également à toutes les chaudières d'une usine, dont on pourrait modérer et régulariser la fonction à volonté? Sans parler de l'économie du combustible, la commodité du travail à la vapeur, la sécurité qu'il apporte contre la caramélisation du sucre et mille autres raisons devraient lui faire donner partout la préférence, même dans les très-petites fabriques. Mais nous plaidons ici une cause gagnée d'avance et nous pensons que tout le monde est de cet avis. Nous ne repoussons pas cependant, d'une manière absolue, ni l'emploi du feu nu, ni celui de l'air chaud, pour la concentration, et nous le regardons, au contraire, comme pouvant être d'une excellente application dans les pays où le combustible est abondant, pourvu que l'on mette en pratique les principes qui ont été exposés à ce sujet dans le 2e volume de cet ouvrage (p. 191 et suiv.) Il n'y a rien à faire avec le feu nu si l'on n'adopte pas franchement le chauffage par surfaces et sur mince épaisseur, au moins pour la concentration. Toute la valeur du *concretor* de Fryer repose sur ce point et cet engin, auquel nous avons le premier rendu justice, malgré l'espèce de coterie organisée contre son adoption, peut rendre de bons services, pourvu que l'on ne cherche pas à lui faire produire ce qu'il ne peut pas faire.

Cuite. — Pas de belle cuite possible *à feu nu*, dans aucun cas, quand on a affaire à des travailleurs indolents, inintelligents, inexpérimentés...

On verse au puisoir le sirop dans la batterie, et l'on remplit le sirop avec le flambeau, etc.

On évapore; mais on fait du caramel, mais on détruit du sucre, mais on crée de la mélasse...

Il faut, pour cuire le sucre, le bain-marie ou la vapeur surchauffée. Le premier mode est trop long et, par sa lenteur, il altère le sucre, quoiqu'il ne produise que 100° de température.

Supposons le chaudron de tout à l'heure; mettons-le à la place de la batterie, supprimons la propre, que nous remplacerons par le flambeau, et celui-ci par le sirop. Mettons la batterie à la place du sirop... Supposons encore que tout cela, au lieu de consister en chaudières informes, calottes sphériques impossibles dans l'état actuel de l'industrie humaine, est remplacé, la batterie, le sirop, le flambeau, par trois chaudières à concentrer de Pecqueur ou de Dubrunfaut, bien connues; supposons que la grande n'est plus qu'une simple chaudière à déféquer à double fond ou à serpentins...

Un tube porte une prise de vapeur à chacun, peu à la défécation, plus à l'évaporation et à la cuite. Nous aurons supprimé une chaudière, économisé les trois quarts du sucre perdu; nous ferons de beaux produits, non brûlés, non acides, bien déféqués, se conservant bien, coûtant moins et en plus grande abondance!

Ce résultat vaut la peine qu'on y réfléchisse, et cela peut s'obtenir partout.

La batterie, placée sur le foyer, constitue une de ces anomalies devant lesquelles la stupéfaction n'a plus de bornes et dont on ne comprend pas que l'on perpétue la pratique. On a beau dire que les solutions sucrées redoutent d'autant plus la chaleur qu'elles sont plus concentrées, on a beau faire voir que, lors de la vidange, la portion du sirop qui se trouve au-dessous de la ligne de chauffe est exposée à la caramélisation, que la chaleur est trop violente, etc.; tous les raisonnements possibles, les objections les plus sérieuses et les mieux fondées n'ont pas eu assez de prise contre cette routine insensée pour la faire disparaître.

Si l'on veut conserver le feu nu pour la cuite, il faut absolument placer la batterie sur la portion la moins chaude du carneau, adopter une disposition qui permette de supprimer à volonté le passage du calorique, et construire la chaudière de manière à cuire par surfaces et non plus par masses profondes.

Tout en renvoyant le lecteur aux observations qui ont été faites à ce sujet (t. II, p. 191), nous croyons devoir rappeler l'attention sur la disposition tubulaire indiquée par la figure 6. Cette

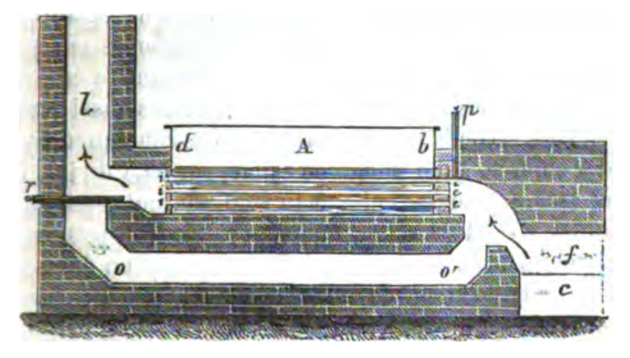


Fig. 6.

construction, dont il a été donné une description détaillée (t. II, p. 193), permet d'utiliser le feu nu le plus violent, tout en supprimant les inconvénients attachés à son emploi. Nous en recommandons l'adoption aux fabricants, pour le cas où ils seraient dans l'impossibilité de se servir de la vapeur, dont l'emploi est toujours plus sûr et plus commode.

Cristallisation. — Les produits laissés en tonneaux sont égouttés ainsi. Ceux laissés en bac sont mis en formes après vingt-quatre heures, puis égouttés.

Pourquoi ne pas faire usage de la turbine, qui donnerait aussitôt un sucre sec, purgé, vendable?

Rien n'empêcherait d'ailleurs de cristalliser une partie du sucre, le premier produit, en formes, et de cristalliser les *recuites* en bacs, dont on passerait le produit à la turbine.

On ne *recuit* guère les mélasses exotiques...

Souvent on fait subir au sucre exotique un ou deux terrages; nous verrons en quoi consiste cette opération dans le livre consacré au raffinage, dont le terrage est une partie intégrante.

Il est bien démontré, par les chiffres et les résultats, que la reprise des sirops d'égout est un des moyens les plus efficaces à employer pour obtenir du rendement. Extraire le plus de jus possible, poursuivre la formation du cristal dans les eaux-mères

tout le temps qu'elle peut être obtenue facilement et en peu de temps, telle est la règle pratique dont on ne doit pas se départir. Ainsi, pour la betterave, nous ferions des premiers et des seconds jets seulement et nous supprimerions les troisièmes jets, dont on est obligé d'attendre trop longtemps le résultat. Pour la canne, nous ferions trois jets, parce que la cristallisation des troisièmes jets de canne est au moins aussi prompte que celle des seconds jets de betterave. Les conséquences sont faciles à chiffrer. Mille kilog. de canne, par 59,3 de jus, fournissent 118^k,6 de masse cuite, à 10 °/$_0$ d'eau, qui rendront, par un seul jet, 64^k,64 de sucre, tandis que, par trois jets, on peut retirer 96^k,85 de sucre marchand. De même, par un épuisement complet, les mille kilog. de canne donneraient 200 kil. de masse cuite et rendraient, par un seul jet, 109 kil. de sucre, par 54,5 °/$_0$ de rendement, tandis que, par trois jets, cette même quantité de masse fournirait 163^k,32 de sucre marchand.

On voit par là tout l'avantage que l'on peut facilement obtenir, puisque, par le seul fait des soins apportés à l'extraction, à la purification, à la reprise des eaux-mères, le rendement vulgaire de 55 kil. de sucre pour 1000 kil. de canne peut s'élever à 163 kil., c'est-à-dire être triplé. Cela revient à dire que, avec un peu de soin et d'attention, avec quelques modifications intelligentes dans l'organisation et l'outillage, l'hectare de canne peut rendre autant de produit réel que ce qu'on obtient de trois hectares dans la marche habituelle.

Observations. — Ce n'est pas tout, sans doute, de critiquer ce qui se fait, et il importe de tracer le plan à suivre pour opérer les modifications utiles dont la critique a fait voir les avantages. Voici donc, en résumé, comme nous comprendrions les opérations d'une sucrerie exotique avec la vapeur, et qu'à la rigueur on pourrait exécuter à feu nu, quoique avec plus de désavantage :

1° *Suppression absolue des rolls*, qui laissent dans la bagasse 50 à 60 pour 100 du sucre réel de la canne.

2° *Emploi du hache-paille* pour diviser rapidement la canne en cossettes de 0,006 à 0,010 d'épaisseur. Plus de manœuvre coûteuse. Il ne faut plus 60 à 80 bêtes de somme, lorsque 2 ou 4 suffisent au manége; les autres peuvent rentrer les cannes

coupées en temps utile. Plus d'appareils dispendieux, difficiles à réparer. Quelques lames de rechange, et voilà tout.

3° *Macération de la canne* dans divers cuviers, l'eau venant à la rencontre des cannes neuves, et réciproquement.

La canne en morceaux, chargée dans des paniers fermés et placée dans le cuvier A, passe successivement dans les neuf autres; elle est épuisée dans le dernier par l'eau chargée de *tan* (2 kilogrammes par hectolitre). Le liquide suit la marche inverse. On obtient ainsi des liqueurs à 10° ou 12° Baumé; et même à 12° ou 14°, comme nous en avons fait l'expérience sur la canne des Antilles[1]. La canne divisée par le hache-paille donne bien son sucre à l'eau à la température ordinaire.

Il serait encore préférable de susbtituer au système de cuviers macérateurs une machine, comme notre *extracteur automatique*, dans lequel s'opèrent la division de la canne en cossettes, l'écrasement de ces cossettes, puis une première pression méthodique, la lévigation de la pulpe, et une pression d'épuisement. Cet instrument fonctionne seul, pourvu qu'on l'alimente de cannes, et il rend 88 de jus normal. Nous en donnons la description dans l'étude de la sucrerie agricole. Cette disposition ou toute autre analogue est moins encombrante que l'emploi des cuviers et supprime la presque totalité de la main-d'œuvre d'extraction.

4° *Défécation à la chaux* après essai préalable. Chauffage à la vapeur à l'aide des *mottes* de tan et de bagasse employées comme combustible. Dosage exact de la chaux. Défécateur à double fond ou à serpentins. Neutralisation de la chaux et des alcalis.

5° *Filtration*, emploi des filtres Taylor ou d'un système analogue.

6° *Concentration*, chaudière Pecqueur ou Dubrunfaut, etc. Chaudière tubulaire à feu nu. Chaudière en surface. Chaudières accouplées.

7° *Filtration* à 28° Baumé.

8° *Cuite* dans une chaudière semblable à celle à concentrer.

1. Nous devons faire observer que ces cannes avaient subi une certaine dessiccation pendant le trajet, ce qui a dû, nécessairement, augmenter la densité du jus.

9° *Repos et grenage* en bac, pendant douze à quinze heures. Mise en formes. Si l'on emploie la turbine, repos et grenage en bac pendant vingt-quatre heures.

10° *Recuite des mélasses premières* et *secondes*, cristallisation en bacs, turbinage. Suppression du terrage. Blanchiment à la turbine.

III. — Fabrication perfectionnée.

Depuis l'abus que l'on a fait des deux mots que nous venons d'écrire en tête de ce paragraphe, il nous a toujours été impossible de les tracer sans éprouver quelque chose comme un sentiment de répulsion invincible, dont les raisons ne nous sont devenues tangibles que par les efforts d'une volonté tenace et par les leçons de l'expérience. L'observation nous a appris que, en général, la *fabrication perfectionnée* est celle qui emploie les procédés, les engins et les méthodes de celui qui proclame cette perfection.

Pour le chaudronnier, la fabrication est perfectionnée lorsqu'elle emploie beaucoup de machines coûteuses, beaucoup de fer, beaucoup de cuivre, beaucoup de tubes, de robinets, beaucoup de vapeur, des machines puissantes, et que le devis s'est élevé à un chiffre aussi élevé que lucratif pour le fournisseur.

Pour les inventeurs, la fabrication qui adopte leur système est perfectionnée, et nous avons des milliers de perfections qui ne nous empêchent pas d'être fort loin du simple progrès. Nous ne nous arrêterons pas à dresser une liste de ces perfections, dont nous avons étudié les plus bruyantes dans le second volume de cet ouvrage, et nous allons exposer ce que nous entendons par la *fabrication perfectionnée.*

A notre sens, une industrie se perfectionne lorsqu'elle s'attache à suivre pas à pas les progrès des sciences dont elle dépend et dont elle forme une application, lorsqu'elle met en pratique, le plus simplement et le plus économiquement possible, les données scientifiques, qu'elle arrive à produire plus et meilleur à l'aide de machines commodes, simples et peu coûteuses, lorsqu'elle substitue économiquement le travail mécanique, automatique, au labeur humain, enfin, lorsqu'elle crée beaucoup et bon à bon marché.

Tout ce qui est opposé à la vérité scientifique, tout ce qui est trop cher, douteux, inutile, nuisible, est l'opposé de la perfection.

On sent que ces idées sont bien loin de nous disposer favorablement à l'égard de bien des innovations dont tout le mérite est imaginaire, que nous ne sommes pas partisan de l'accaparement de l'industrie par les exploiteurs, quels que soient les mots à effet dont ils recouvrent leur marchandise. Nous n'avons guère de ménagements pour eux ni pour leurs spéculations, et nous l'avouons très-nettement. Ce sera d'ailleurs notre meilleur titre à l'estime publique que la vigilance avec laquelle nous avons signalé et flétri les tentatives des parasites du travail partout où nous les avons rencontrés. Non, certes, leurs conceptions bizarres ou fausses, leurs plagiats, leurs spéculations ne sont pas la perfection; c'est la ruine, la misère, la rétrogradation. Qu'on ne s'attende donc pas, dans cette partie de notre travail, à nous voir proposer à la sucrerie exotique des méthodes, des procédés ou des machines que nous repousserions pour la sucrerie indigène. Nous ne sommes pas de ceux qui disent : *Mauvais sucre, bon pour l'Angleterre!* A nos yeux, l'équité et la justice sont de tout pays, et partout applicables, et nous ne pouvons admettre comme honnêtes des gens dont les élucubrations ont été jugées fausses et nuisibles en Europe, et qui cherchent, en désespoir de cause, à les utiliser pour le plus grand dommage des sucreries exotiques.

Nous allons donc examiner, sans passion comme sans faiblesse, quelle est la situation de la sucrerie de canne à l'égard des perfectionnements vrais ou prétendus de la sucrerie indigène, et si nous nous engageons à ne pas reculer devant la vérité, nous déclarons avec autant d'énergie que toutes nos opinions seront dictées par un examen consciencieux de la question qui y aura donné lieu.

Appréciation préalable de la valeur de la canne. — Comme pour la betterave et pour toutes les plantes sucrières, la valeur de la canne s'apprécie par des *caractères extérieurs* et par des *caractères essentiels*.

Caractères extérieurs. — Les caractères extérieurs par lesquels on juge la valeur de la canne sont à peu près exclusive-

ment ceux qui sont les indices de la maturité. Les nœuds se dépouillent de leurs feuilles, le mérithalle, ou entre-nœuds, placé au-dessous du nœud dépouillé, prend une teinte plus mate, plus jaune, dans les variétés vertes ou verdâtres, plus effacée et plus pâle dans les autres espèces. Il est contraire à un bon résultat de laisser flécher la canne, et cette opinion, mentionnée par M. A. Reynoso, paraît être de tous points conforme à la saine observation. On doit débarrasser la canne destinée à la sucrerie de toutes les portions altérées, des nœuds supérieurs, au-dessus de la dernière feuille tombée, des rejetons et des amarres. Les cannes folles, passées, grillées, gelées (t. I, p. 552), doivent être envoyées à la rhumerie, et leur vesou ne peut que contribuer à hâter l'altération des jus sains.

Caractères essentiels. — On les déduit, comme pour la betterave, de la *densité du jus*, de la *richesse absolue*, de la *richesse relative*, de la *proportion et de la nature des matières minérales*, de la *proportion des matières azotées*.

On prend la *densité* du jus de canne en extrayant par pression une portion de vesou suffisante, et en y plongeant un densimètre. On peut faire cet essai plusieurs fois, à dix ou quinze jours d'intervalle, et lorsque le poids spécifique du vesou n'augmente plus, toutes ces circonstances restant, d'ailleurs, égales, on a une présomption qui permet de croire à la maturité de la plante, et dont on peut se servir pour en apprécier la richesse. En raisonnant d'après les observations faites, ou plutôt d'après celles de M. E. Péligot, sachant que *un litre* de jus à 1,088 de densité, ou 11°,8 B., contient 209 grammes de sucre réel, indépendamment des sels, on trouve que 0,001 de densité correspond à 2gr,375 de sucre par litre, ou que chaque degré de Baumé représente 17gr,71 de sucre, également par litre. Cette donnée, bien qu'approximative seulement, permettra de se faire une idée approchée de la valeur d'un vesou.

Richesse absolue ou relative en sucre. — C'est à la saccharimétrie chimique ou optique que l'on demandera l'appréciation rigoureuse de la richesse absolue en sucre et en glucose. Quant à la *richesse relative*, au *coefficient de pureté* (t. II, p. 468), on l'obtiendra facilement par les procédés qui ont été décrits.

Pour apprécier la richesse relative d'une canne, on prendra un entre-nœuds du bas, un du milieu et un du haut, au-dessous de la dernière feuille tombée. Ces morceaux seront pesés isolément avec soin, puis divisés en cossettes minces, et séchés rapidement, d'abord sur l'eau bouillante, ensuite au bain d'huile à + 120°. Lorsque les morceaux ne perdront plus de leur poids, on les pèsera de nouveau, et la perte constatée donnera le chiffre de l'eau, qui n'est pas le même dans toutes les parties de la tige. Le poids du résidu sera celui des matières solides. Ces matières, pulvérisées, traitées par l'alcool à 0,80, abandonneront leur sucre et d'autres matières à ce menstrue, que l'on devra faire agir à plusieurs reprises. La dissolution alcoolique sera évaporée à sec, et le résidu sera traité par l'alcool absolu, puis séché. Le produit sec de cette dernière opération représente le sucre pur, dont la proportion, par rapport aux matières solides, sera le chiffre du coefficient de pureté ou de la richesse relative. On établira également ce coefficient sur les vesous par la dessiccation d'un volume connu et par le traitement alcoolique du résidu.

Proportion et nature des matières minérales.— En dehors des détails consignés dans notre premier volume (p. 228 et 236), il a été indiqué (t. II, p. 470) ce que l'on doit faire pour apprécier la quantité des matières minérales. Ce qui s'applique à la betterave est rigoureusement exact, par rapport à la canne et à tous les autres végétaux saccharifères, et les méthodes usitées pour reconnaître la proportion et la nature des substances non organiques sont ici parfaitement applicables. Nous ne ferons à cet égard qu'une observation qui est, à nos yeux, de la plus grande importance. Elle est relative à l'appréciation des alcalis et du chlore, dont l'action sur le sucre est tellement pernicieuse que l'on ne saurait y apporter une trop grande attention. Il convient, même pour la canne, et malgré sa faible teneur en alcalis et en chlore, de rechercher avant tout la proportion exacte de ces principes existant dans le vesou. Nous avons indiqué le mode à suivre pour cette recherche (t. II, p. 470) et, malgré la richesse de la canne, il ne faut pas oublier que l'unité d'alcalis ou de chlore entraîne dans les mélasses une quantité très-considérable de sucre prismatique. Cette observation est tellement rigoureuse, que nous la consi-

dérons comme devant servir de point de départ à toute fabrication intelligente, et qu'un fabricant ne peut se flatter de réussir dans son travail journalier qu'autant qu'il s'est mis à l'abri de cette action pernicieuse.

Malgré les prétentions bizarres de certaines gens, qui, malheureusement, parlent à tout propos du sucre sans le connaître, il faut se rappeler que l'élément alcalin est presque toujours mis en liberté par la défécation, s'il n'est pas à l'état de sel indécomposable; que cet élément est la seule cause de coloration des vesous et sirops en présence du glucose; que cette cause est toujours active, puisqu'il existe toujours du glucose dans les jus, malgré les opinions contraires qui se sont produites, et en raisonnant seulement sur les faits pratiques; enfin, que les alcalis libres, en présence du glucose, sont la source essentielle de la coloration des produits. Il suffit de se rappeler que les alcalis transforment le glucose en une modification de l'acide humique, modification brune, facilement soluble dans les liqueurs alcalines, d'une puissance colorante très-intense[1], pour que l'on comprenne quelle absurdité dirige encore les opinions des adeptes du noir, lorsque cette matière est employée pour la décoloration des vesous et jus alcalins. L'emploi du noir n'est admissible que pour les vesous très-neutres, et lorsqu'il est privé lui-même de toute alcalinité. Il est clair que, même dans ce cas, l'usage du noir déterminera une dépense qu'il est facile de prévoir et de calculer; mais l'action du noir neutre sur des jus neutres sera définitive, et il ne restera plus qu'à asseoir une balance de comparaison entre les frais supportés et la plus-value acquise par les produits.

Nous insistons également sur la détermination du chlore, même pour la canne, parce que, de toutes les fautes que l'on puisse commettre, la plus grande est celle qui consiste à négliger l'influence du chlore ou des chlorures, ou surtout à en introduire dans les jus. C'est ainsi que, de tous les procédés fantaisistes qui ont été proposés à la fabrication, celui de Michaëlis est un des plus absurdes et des plus nuisibles. Nos lecteurs doivent se rappeler que ce procédé consiste dans l'introduction du chlorure de calcium au sein des jus, sous le pré-

1. Acide mélassique de M. Péligot.

texte fort illusoire de transformer les alcalis en chlorures déliquescents. Michaëlis n'avait certes pas songé à ce fait chimique que, l'unité de chlore entraînant 9,65 de sucre dans les mélasses, la moindre addition d'un chlorure devient une opération désastreuse[1].

Proportion des matières azotées. — Pour reconnaître les matières azotées de la canne, on se servira par préférence de la méthode ammonimétrique qui a été décrite, parce qu'elle est la seule qui donne immédiatement des résultats incontestables.

Observations. — Pour la canne comme pour la betterave et pour toutes les autres matières saccharifères, on déduira, des différentes recherches qui viennent d'être indiquées, les *coefficients* de la plante, tant par rapport à sa richesse absolue qu'à sa richesse relative, le *coefficient* de *richesse* des jus et le *coefficient* des matières étrangères. Cette question a été étudiée en détail (t. II, p. 471), et il nous semble parfaitement inutile de nous y arrêter davantage.

Si nous raisonnions la canne au point de vue où l'on se place pour la betterave, nous pourrions établir des chiffres de rendement analogues à ceux qu'on obtient pour cette dernière plante; mais, ici, la proportionnalité n'existerait qu'en imagination. En effet, dans le vesou, pris sur les bases de M. Péligot, on ne trouve que des quantités peu considérables de matières étrangères, et il importe de prêter une attention sérieuse à l'analyse indiquée plus haut (page 27), si l'on veut se faire une idée saine des résultats possibles.

Un vesou à 1,088 de densité, soit 11°,8 de Baumé, ne renferme que 1,7 de matières étrangères minérales, avec 0,23 de

1. En présence de la notoriété acquise par ces données scientifiques et de la certitude qui en résulte pour tous les observateurs et tous les praticiens, nous avons été fort étonné d'apprendre, cette année même, qu'un homme, fort inconnu d'ailleurs en sucrerie et en chimie, prétendait employer le chlorure de calcium dans une méthode de sucrerie agricole. Nous aurons à nous étendre plus tard sur ce point, mais nous devons, dès maintenant, à nos lecteurs, de signaler l'ignorance profonde de certains *novateurs*. Cette ignorance n'a d'égale que l'outrecuidance avec laquelle ils font dédain des observations technologiques les plus certaines, faites par les spécialistes les plus expérimentés.

substances organiques, et 20,9 de sucre prismatique. Le coefficient de pureté du jus serait donné par la proportion :

$$20,9 : 22,83 :: x : 100.$$

L'inconnue, représentant le coefficient de pureté du jus, est de 91,54. Ce qui conduit à un rendement, en *masse cuite*, de 25,37 p. 100 de *vesou normal*. Cette masse est composée de :

Sucre	20,9	}	= 25,37
Matières étrangères	1,93	}	
Eau	2,54	}	

Il suffit de cet exemple, calculé sur le vesou normal, indépendamment de la purification à intervenir dans le travail, pour faire comprendre l'énorme différence qui existe entre les rendements de la racine européenne et du roseau exotique. En effet, cette masse cuite rendra 85,36 de sucre isolé pour 100 kilogrammes de masse, en sorte que l'on peut avoir les éléments du rendement absolu, en supposant une extraction complète, à l'aide d'éléments fort simples.

100 kilogr. de canne pouvant rendre 80 kilogr. de jus normal, ces 80 kilogr. devraient fournir 20,29 de masse cuite, à raison de 25,37 p. 100. Il en résulte que les 100 kilogr. de canne, par 80 de jus extrait, doivent donner 17k,319 de sucre isolé. Il faudra donc 578 kilogrammes de cannes pour obtenir un sac de sucre de 100 kil., mélasse non comprise.

Nous supposons, évidemment, ici, une extraction très-complète du jus, une bonne purification et des opérations suivies. Nous ne pouvons nous empêcher de faire remarquer la différence qui existe entre cette appréciation et les fameux rendements des usines Gail, portés avec complaisance à 10 p. 100. Ce chiffre implique la nécessité de travailler 1000 kilogr. de canne pour produire un sac de 100 kilog., et comparativement à ce qui vient d'être exposé, ce chiffre, tant vanté, représente encore une perte de 42,30 p. 100 du sucre extractible.

Préparation de la canne. — La canne n'a pas à subir, comme la betterave, des lavages ou des nettoyages destinés à la débarrasser de la terre, du sable, etc. Il suffit que l'on enlève avec soin, à l'aide du *machète* ou de tout autre instrument approprié, les parties altérées, écrasées, gelées ; on doit apporter un

soin extrême à l'élimination des nœuds qui ne sont pas parvenus à une maturité complète, des branches ou rameaux adventices qui se forment souvent sur la canne, et en général de toutes les portions qui ont subi un commencement de fermentation sous l'influence d'une cause quelconque.

La préparation de la canne rentre en quelque façon dans le mode de récolte et dans les soins apportés à cette opération. C'est, en effet, dans le *cannier*, ou champ de cannes, que l'on débarrasse les tiges exploitables des portions altérées ou inutiles, et notamment des amarres et des flèches. On doit partager la tige utilisable en tronçons de courte longueur, 1 mètre au plus; il faut avoir le soin de pratiquer les sections obliquement ou en biseau, afin de faciliter l'introduction entre les cylindres ou dans les instruments de division. Nous ajouterons que la récolte se faisant au jour le jour, suivant les besoins du travail, il est urgent de réglementer la coupe suivant la manière dont sont conduites les opérations mêmes de l'usine, et de façon à ne conserver que le moins possible à la fois de cannes dans le parc ou la case d'approvisionnement. Ce parc ou cette case, que l'on désigne souvent sous le nom de case aux cannes, doit être établi sur le côté nord de la fabrique; on doit y ménager une ventilation suffisante et, pour éviter tout danger de fermentation, il serait utile d'appliquer aux cannes l'action d'un agent préservateur. Pour faire comprendre ce que nous entendons ici, nous supposerons que les cannes ont été réunies, à l'aide d'amarres ou de lianes, par paquets ou fagots de cinquante, ou d'un plus grand nombre même, suivant la grosseur des tiges. Cette ligature, pratiquée à chaque bout du paquet, facilite énormément la main-d'œuvre destinée à transporter les cannes du champ à l'instrument de division. Lorsque les cannes arrivent au parc, il n'y a rien de plus simple, à notre avis, que de tremper, pendant un instant, les deux extrémités de chaque paquet dans une infusion astringente quelconque, et cette précaution, tellement élémentaire qu'elle soit, suffit pour arrêter ou empêcher les altérations de fermentation. L'application de cette pratique rendrait des services immenses à la sucrerie exotique et concourrait d'une façon merveilleuse à l'augmentation des rendements. On comprend, d'ailleurs, que la réunion des cannes en paquets doive

faciliter singulièrement la manœuvre par laquelle on les transporte au pied de l'appareil de division, et la nécessité qui incomberait à l'ouvrier de trancher les amarres d'un coup de machète ne nous semble pas une objection à laquelle on ait à s'arrêter.

Extraction du jus. — Nous abordons ici une de ces questions qui justifient notre opinion sur les prétendus perfectionnements apportés à la fabrication. Jusqu'à présent, en effet, malgré tout ce qui a été dit contre le moulin, c'est à cet instrument coûteux et incomplet que l'on a recours pour extraire le jus de la canne. Toutes les tentatives des hommes les plus dévoués à la sucrerie exotique ont échoué devant l'apathie des colons et, puisqu'il faut le dire, devant les réclames et les affirmations mensongères des chaudronniers. Depuis l'antique

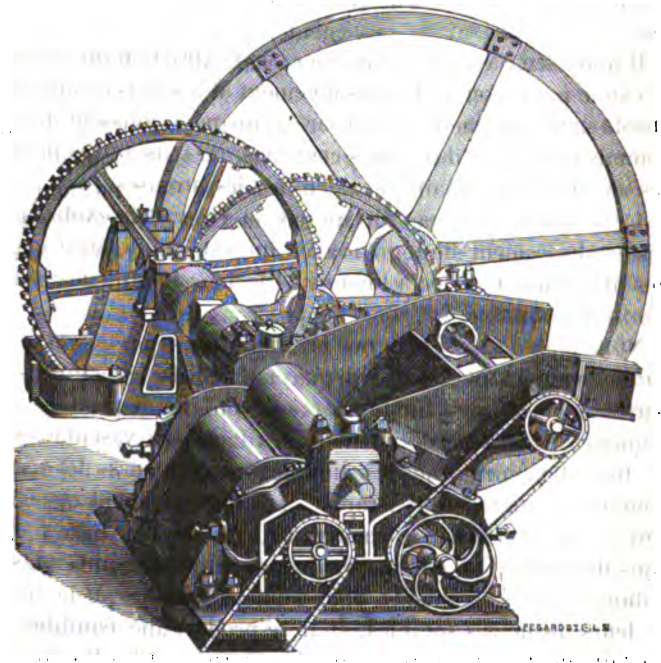


Fig. 7.

moulin du père Labat jusqu'aux imaginations beaucoup plus coûteuses et tout aussi peu rationnelles de la maison Cail et

de ses concurrents, tous les moulins se valent, pour ne pas dire qu'aucun d'entre eux ne vaut quoi que ce soit. La figure 7 donne l'idée d'une des meilleures constructions de l'établissement de Grenelle; mais, malgré le prix de cet engin, malgré les dépenses occasionnées par son organisation et son montage, il n'a pas été encore possible d'en obtenir un rendement sérieux, puisque le chiffre du sucre obtenu ne s'est encore élevé qu'à 9,5 p. 100, et que la perte en sucre restée dans la bagasse ne peut se chiffrer au-dessous de 0,40 de la richesse normale, en dépit des moyens les plus vantés que l'on a dû abandonner à tour de rôle.

Au point de vue donc de l'extraction du jus, la fabrication perfectionnée du sucre exotique ne présente aucun perfectionnement, si ce n'est celui de dépenser pour l'établissement des moulins modernes un chiffre triple ou quadruple qui n'est pas compensé par une augmentation suffisante de rendement en jus.

Il nous semble inutile d'insister sur l'extraction du vesou de la canne par pression. Le raisonnement et les faits condamnent absolument cette méthode barbare, quoi qu'en puissent dire les commis-voyageurs des usines centrales, ou tous autres intéressés au succès pécuniaire de machines désastreuses.

Ici le progrès n'a pas fait un pas, et l'industrie exotique est restée absolument stationnaire, ce qui est loin de faire l'éloge des planteurs et d'être à l'honneur de leur intelligence ou de leur bonne volonté.

Nulle plante, aussi bien que la canne, ne se prête à la *macération* proprement dite, au déplacement, à la lévigation, suivant le mode de division qui a été adopté. La disposition anatomique des fibres cellulaires et des faisceaux vasculaires de la tige démontre que les liquides macérateurs doivent la pénétrer d'une façon très-rapide. Les faits viennent confirmer cette manière de voir. En moins d'une demi-heure, des tronçons de canne d'un centimètre de longueur, introduits dans un volume égal d'eau chaude, abandonnent à cette eau la moitié de leurs principes solubles, et il se produit une équilibration parfaite de densité entre le liquide extérieur et les liquides intérieurs. C'est dire que, s'il faut une heure pour que l'équilibration se produise avec des tranches de betterave de même épaisseur et dans les mêmes circonstances, c'est-à-dire si le

travail total par dix cuves de macération exige dix heures pour la racine européenne, cinq heures suffisent largement pour produire l'épuisement des cossettes de canne. Ce temps peut encore être réduit de moitié, si l'on divise la canne en tranches plus minces, et la *lévigation* ne demanderait que quelques minutes, si la canne était divisée d'une manière plus complète en une sorte de pulpe fibreuse.

Les faits les plus probants ont démontré ce que nous venons de dire d'une façon irréfutable, et l'on est à se demander aujourd'hui quelles sont les raisons ou les prétextes pour lesquels on a reculé devant l'adoption d'une mesure de salut.

Nous indiquons ces prétextes ou ces raisons au risque de blesser l'intérêt de quelques rapacités ou de faire toucher du doigt la sottise de certains partisans *quand même* du moulin. Les uns ont dit que l'on a un intérêt à laisser du sucre dans la canne, afin d'en augmenter la valeur comme combustible. D'autres ont proclamé bien haut, à la remorque peut-être des chaudronniers, et poussés par nous ne savons quel intérêt mesquin, que la macération exigeant un certain temps, les vesous doivent nécessairement s'altérer sous les climats intertropicaux, et que, pour cette raison, cette opération est de tous points impraticable. Voilà les prétextes, allégués dont nous espérons faire bonne justice dans un instant. Quant aux raisons véritables, à celles qui déterminent en réalité la situation, il ne nous paraît pas plus difficile de les dévoiler.

En général, l'argent coûte cher dans les colonies. Il en est de même dans plusieurs contrées de l'Amérique centrale. Cela n'empêche nullement de le gaspiller à tous les vents, de le jeter en pâture aux vices et aux folies. On a toujours cinquante mille francs pour faire une sottise, surtout quand on fait un voyage sur le continent et qu'on a quelques mois à passer à Paris. Nous avons les mains pleines de preuves de ce fait bizarre. Lorsqu'il s'agit d'affaires sérieuses, la caisse est vide, et il faut recourir à une commandite onéreuse ou demander crédit au constructeur, ce qui est plus onéreux encore. Il est de ces maisons de construction dont les plus grands bénéfices reposent sur les crédits accordés, et deux mots de calcul vont le démontrer surabondamment. Soit un outillage devant faire 100 000 kilog. de cannes par 24 heures, et que l'on pourrait construire, en suivant une méthode raisonnable, pour 170 000

ou 180 000 fr., tout compris, en éliminant les inutilités. Cet outillage, grâce au moulin, au noir, au triple effet, au vide et à toutes belles choses inutiles pour le vesou, coûte 800 000 fr., sur lesquels le constructeur a au moins 400 000 fr. de bénéfice. Pourvu qu'un payement quelconque soit effectué ou qu'il soit donné des références et des garanties, ce matériel est fourni à crédit. Le destinataire donne couverture au gré du constructeur; il supporte les frais accessoires de toute nature, sa dette s'augmente de 6 p. 100 d'intérêt légal, soit de 48 000 fr. par an, et il est le plus souvent stipulé que, s'il ne s'acquitte en un temps donné, le constructeur en question deviendra co-propriétaire de l'usine, à moins qu'il ne préfère agir d'une manière plus dure encore. Comme il a fallu installer cet outillage, créer des bâtiments, payer le fret et pourvoir à mille autres dépenses, on a dû demander à la commandite trois ou quatre cent mille francs de plus, à haut intérêt, sous des conditions draconiennes. Comment s'étonner, après cela, qu'un planteur qui aurait pu faire son opération tout entière par une dépense de 250 000 fr., et qui se trouve à la tête de 1 200 000 fr. de dettes, ne puisse tenir tête à l'orage et traverser la tempête, s'il lui survient une mauvaise récolte ou de ces accidents inattendus que l'on devrait toujours prévoir? Il est ruiné, mais le commanditaire et le constructeur s'enrichissent, et ce dernier surtout a fait une opération fructueuse. Voilà où conduit le plus souvent l'abus du crédit, l'absence d'initiative et la faute de réflexion. Une lueur de bon sens suffirait à faire comprendre que le chaudronnier n'est pas un guide, mais bien un chef d'atelier, dont le rôle doit se borner à l'exécution de ce qui lui est commandé moyennant finances. On verrait qu'il vaut mieux ne dépenser qu'une faible somme dont on dispose que d'hypothéquer l'avenir et de s'endetter sur les conseils des gens les plus incompétents qu'il soit.

Comme on le comprend, les raisons n'ont pas grande valeur; mais les prétextes n'en présentent pas davantage. Produire de la vapeur en brûlant du sucre ne peut paraître une économie à personne, surtout lorsque l'on sait que la *bagasse épuisée* peut suffire à la presque totalité du chauffage de l'usine. Pour s'en convaincre, il suffit d'une expérience directe peu coûteuse, et quelques kilogrammes de bagasse épuisée, lavée et pressée, placés sous une chaudière, dans un foyer, sous l'action d'un bon

tirage, produiront une ébullition rapide de l'eau de cette chaudière. Que l'on visite une tannerie bien organisée, comme on en rencontre beaucoup aujourd'hui en Europe, et l'on constatera que le tan épuisé, sortant des cuves et imprégné d'eau, n'a besoin que de passer entre les cylindres d'une presse continue pour pouvoir être utilisé immédiatement comme combustible. Nous connaissons un établissement de ce genre à Paris, où un générateur de 30 chevaux n'est chauffé que par ce combustible, sans aucune addition de charbon et, certes, on ne peut pas dire qu'il existe du sucre dans l'écorce de chêne épuisée et humide, débarrassée seulement d'un excès d'eau par la pression. Cette réponse nous paraît péremptoire, et nous ne voulons pas prolonger la discussion d'une question que chacun peut résoudre aisément.

En ce qui concerne le reproche de longueur fait à la macération et les craintes relatives à l'altération du vesou, nous dirons simplement que ceux qui ont émis cette opinion malencontreuse n'ont jamais soumis à la macération d'une manière régulière un kilogramme de cannes. En effet, si le liquide de la macération contient des agents préservateurs, comme un peu de chaux, ou, surtout, une substance astringente, et si la macération est faite par + 70° de température, les vesous peuvent rester pendant plusieurs jours sans éprouver la moindre altération, puisque, dans ce cas, l'action du ferment a été complétement annihilée, et que les substances nutrimentaires de ce ferment ont été rendues insolubles. Il va sans dire que nous préférons, sous ce rapport, les astringents à la chaux, sous l'influence de laquelle il pourrait se produire, après un certain temps, un peu de fermentation lactique. Le prétexte dont nous parlons est encore plus illusoire lorsque l'on procède par écrasement des cossettes et par lévigation, puisque le travail tout entier ne requiert pas plus d'une demi-heure pour que le jus de la canne passe de la plante dans la chaudière à défécation, ce qui n'empêche pas, du reste, l'emploi d'un moyen utile de préservation.

On voit, par ce qui précède, combien peu sont fondées les objections des ennemis de la macération, et que les allégations en faveur des rolls ne sont guère que de méchants arguments pour défendre une méchante cause. Nous aurons occasion plus loin d'ajouter à ceci quelques détails complémentaires qui

prouveront par des faits de pratique, et jusqu'à l'évidence, l'exactitude de ce qui vient d'être dit. En fait, le moulin ne donne pas plus de 0,65 du jus; ce jus est tellement impur qu'il s'altère presque instantanément avant d'arriver au traitement de purification, et le système de l'extraction du jus de canne par les cylindres n'a jamais fourni au maximum que la moitié environ du sucre de la canne. Ce résultat est celui dont on se vante, car le chiffre habituel est encore inférieur de moitié. La réponse brutale est là tout entière, et il est difficile de saisir la raison vraie pour laquelle on s'obstine à n'extraire que le tiers ou la moitié du sucre de la canne, si cette raison n'est pas celle que nous avons esquissée tout à l'heure.

Purification du jus de canne. — Si nous n'avons trouvé aucune trace de perfectionnement dans les errements appliqués à l'extraction du vesou, c'est-à-dire si les prôneurs de progrès n'ont fait consister l'amélioration que dans l'adoption de moulins plus chers et plus compliqués, sans faire la moindre tentative vers la mise en pratique des données technologiques indiquées par la science, il n'en est pas de même à l'égard de la purification du jus de canne. Ici, tout ce qui a été inventé pour la betterave, bon ou mauvais, sensé ou absurde, sérieux ou ridicule, a été appliqué, vanté, conseillé. Il y avait cependant une mesure à prendre, des termes à garder, et la nature du vesou indiquait la marche à suivre. Lorsque nous sommes en face du jus de betterave, que nous le voyons tel qu'il est, c'est-à-dire avec la masse énorme de matières minérales ou organiques étrangères au sucre qu'il contient, et qui peut s'élever jusqu'à 6 p. 100 du poids total de la plante, ou peut-être dépasser ce chiffre, suivant les conditions culturales, nous comprenons facilement que le problème présenté à l'industriel consiste dans la purification de ce jus, dans l'élimination des matières étrangères, dont le coefficient est si élevé, et nous voyons *à priori* la principale difficulté du travail dans cette purification, dans cette élimination. Rien de plus naturel et de plus normal que de chercher, par tous les moyens que la chimie met à notre disposition, à débarrasser le jus de la racine sucrière des matières hétérogènes qui s'opposeraient à la cristallisation du sucre prismatique. Maintes fois, nous-même, nous avons proclamé la nécessité absolue de cette pu-

rification; nous l'avons regardée comme le point de départ de tout travail sucrier. Cette opinion, fondée sur la raison et les faits, s'applique avec autant de certitude et de vérité à tous les jus possibles de toutes les plantes saccharifères; mais, en somme, peut-on dire que le problème soit le même à résoudre pour la canne et pour la betterave? Peut-on comparer, avec le jus impur que nous traitons en Europe, dont la purification, même sommaire, a présenté des difficultés inouïes aux chimistes les plus habiles de notre siècle, la solution presque pure de sucre représentée par le vesou de canne, et n'est-ce pas le comble de la déraison de vouloir assimiler les deux circonstances où le fabricant peut se trouver placé suivant qu'il traite la betterave ou la canne?

Dans celle-ci, nous trouvons à peine 4 à 5 millièmes de matière azotée, lorsque la betterave en présente souvent quatre fois autant; nous y rencontrons 3 millièmes et demi à 4 millièmes de matières minérales, de diverse nature, tandis que la betterave en contient le double au moins, et que cette dernière plante peut absorber des quantités considérables d'alcalis, pour peu que l'agriculteur qui la cultive s'abandonne aux promesses intéressées de M. Ville et des Allemands. D'un autre côté, la betterave renferme des proportions considérables de principes pectiques que l'on ne rencontre point dans la canne ni dans les graminées. En outre, il existe dans les jus de betterave des matières très-peu abondantes, il est vrai, et qui font partie de ce qui a été nommé l'*extractif*, lesquels ont la propriété de se colorer à l'air en s'oxydant, et de prendre une teinte beaucoup plus foncée que les substances de même nature existant dans le vesou. De ces considérations, il résulte évidemment que la purification du jus de canne doit être beaucoup plus facile et plus rapide que celle du jus de betterave; mais cette conséquence théorique ne prouverait qu'à demi notre proposition si elle n'était justifiée par les faits manufacturiers. Lorsque du jus de betterave, de qualité moyenne, requiert 18 à 20 millièmes de chaux à la défécation, on obtient sur le vesou des résultats meilleurs, une purification plus grande, avec 4 ou 5 millièmes. Le vesou ne renferme que peu d'alcalis, presque pas de glucose. Il s'ensuit que la production humique est insignifiante, qu'il ne se forme que peu ou point d'*acide mélassique* et que les jus de cannes ne peuvent se colorer à la concentration

et à la cuite, s'ils sont neutres, que par un phénomène de caramélisation que l'on peut toujours éviter avec un peu d'attention et de soin. Ceci est tellement exact et rigoureux que, dans la méthode vulgaire, lorsque l'introduction de la chaux dans le vesou, *l'enivrage*, ne se fait que dans une proportion insignifiante, et que les liquides restent acidules, les sirops de cuite sont à peine ambrés et fournissent des sucres très-peu colorés, pourvu qu'on ne *brûle* pas les produits à la chaudière. Il n'en est plus tout à fait de même lorsque le chaulage a été complet, que la petite quantité d'alcali a été mise en liberté à l'état caustique, si les vesous contiennent des quantités appréciables de glucose. Il y a alors coloration intense des sirops par suite de la formation du produit humique, dont le pouvoir colorant est très-considérable. Mais lorsqu'un traitement simple, presque élémentaire, peut fournir, par la neutralisation des alcalis, des produits très-purs et de haute nuance, comprend-on qu'il soit nécessaire, industriellement, de créer de la matière colorante, pour se procurer le plaisir d'avoir à la détruire à plusieurs reprises par l'emploi du noir? Cette absence de raisonnement et de logique, qui conduit à l'usage du noir en sucrerie exotique, pourrait tout au plus entrer dans le bagage intellectuel de nos chaudronniers. Ceux-là, en effet, n'ont à voir et ne voient qu'une chose, fournir le maximum de tôlerie et la faire payer le plus cher possible. Tout ce qui tend à diminuer ce maximum leur est hostile et désavantageux; toute méthode qui tend à supprimer le noir engage également à la suppression des filtres monumentaux que l'on sait, à celle des laveurs, des hélices, des fours, des cylindres, et du reste. C'est une diminution de 40 à 50,000 francs de bénéfice dans l'organisation de certaines usines, et jamais on ne fera avouer à ceux de nos constructeurs européens qui prétendent dominer et régir la sucrerie exotique que l'adoption du noir soit une sottise, lorsqu'ils y trouvent un intérêt manifeste. Il ne s'agit pas pour nous de ces gens qui nous inspirent un fort médiocre intérêt; il s'agit de la sucrerie et des fabricants de sucre. Or, nous leur demandons, à eux-mêmes, la réponse à cette question : si le noir est indispensable, si son emploi est un progrès, comment se fait-il que du vesou, traité par deux ou trois millièmes de chaux, neutralisé par quelque peu de phosphate calcique, fournisse, par simple évaporation, sans noir, des sirops à peine colorés, lorsque les

mêmes vesous, chaulés suivant les *méthodes perfectionnées*, filtrés sur noir, donnent des sirops d'une coloration double ou triple, lorsqu'ils n'ont pas été neutralisés? Nous ne croyons pas que la réponse à cette question puisse conduire à regarder l'introduction du noir dans la sucrerie exotique comme un perfectionnement.

D'un autre côté, avec les théories bizarres émises relativement à l'action de la chaleur sur le sucre, sans tenir compte des circonstances de l'opération, croit-on, de bonne foi, que l'emploi du triple effet de la maison Cail ou d'autres chaudronniers, que l'emploi du vide lui-même soient indispensables pour faire de beaux sucres avec le vesou ? Pour nous, il nous semble qu'une négation absolue est la seule réponse convenable à cette question. Nous en appelons à l'expérience de tous les planteurs qui ont pris la peine d'observer, et nous leur demandons s'ils ne font pas d'aussi beaux produits par la concentration et la cuite à l'air libre, lorsque leurs jus sont de bonne qualité, bien déféqués et neutres, et surtout lorsqu'ils évitent la caramélisation produite par l'action du feu nu sur l'équipage vulgaire, et qu'ils emploient la vapeur comme moyen de chauffage? Il nous semble donc que le résultat du travail repose sur la purification du vesou, mais que cette purification ne peut être assimilée à celle des jus de betteraves et que les moyens employés dans la fabrication indigène sont loin d'être toujours applicables à la sucrerie exotique.

Que faut-il, en effet, pour purifier le vesou? Eliminer une très-faible proportion de matière azotée qui disparaît facilement par l'action de la chaleur, d'un peu de tannin et d'une petite quantité de chaux; séparer les dépôts produits par ce premier travail, éliminer le léger excès de chaux introduit dans les liquides, neutraliser la très-petite quantité d'alcalis devenus libres, et l'on se trouve en présence d'eau sucrée presque pure, qui ne demande plus qu'un travail de confiseur ou de cuisinière pour arriver à l'état de sirop parfait, presque incolore. Voilà bien la situation réelle des jus de canne, et nous ne comprenons pas que l'on ait voulu substituer à cet ordre manufacturier, conforme à la véritable technologie, une série d'applications illusoires, bonnes tout au plus pour des jus de betterave traités par une méthode irrationnelle. A quoi bon gâter et altérer un jus que la nature a créé dans un état de pureté presque com-

plet, pour la vaine satisfaction d'employer le noir comme agent décolorant, et de demander au vide des garanties contre des accidents de chauffage que l'on a, en quelque sorte, préparés? Nous le répétons hautement : l'application irréfléchie des méthodes européennes à la purification du vesou de canne ne peut, en quoi que ce soit, profiter aux fabricants de sucre, et elle n'est utile qu'aux fabricants d'engins et d'appareils.

Quoi qu'il en soit, et laissant le lecteur libre de se lancer dans la voie qui lui conviendra, nous résumons la question en disant qu'on a considéré comme perfectionnement dans la purification du vesou un chaulage plus considérable, et la filtration répétée sur noir, sans se préoccuper des différences qui existent entre la fabrication indigène et la sucrerie exotique. Il n'y a eu là qu'un fait d'imitation moutonnière; rien qui annonce la réflexion ou la science. Des objections ont été soulevées à juste raison contre l'application de ces mêmes procédés sur le jus de betterave; on a reconnu que les jus neutres de cette plante, chaulés à la dose convenable, débarrassés des alcalis par leur transformation en phosphates, fournissent des sirops limpides, cristallisant parfaitement, dont la coloration est à peine égale à celle des sirops traités au noir. Pourquoi donc appliquer au vesou, beaucoup plus pur, plus facile à traiter, des méthodes reconnues mauvaises pour la betterave? La réponse est fort simple. Si les jus étaient purifiés d'une manière rationnelle, ils ne se coloreraient plus à la concentration; ils pourraient être concentrés et cuits à l'air libre; il n'y aurait plus besoin de noir, d'appareils à triple effet ou de vide, et les chaudronniers y perdraient. Le mobile de toutes ces absurdités est là, nulle part ailleurs. Que l'on supprime le noir, la concentration et la cuite dans le vide, que l'on se débarrasse du moulin, et telles sucreries qui représentent pour certains constructeurs un chiffre de 1 500 000 francs pourront être établies aisément pour une somme quatre fois moindre. Il est clair qu'on ne verra pas les maisons de chaudronnerie plaider de la sorte contre leurs intérêts, et comme, en général, c'est à ces maisons que les planteurs s'adressent pour l'organisation de leurs usines, il est évident qu'on leur donne comme l'expression du progrès et de la perfection tout ce qui peut rapporter davantage.

Que les planteurs veuillent bien prendre la peine de réflé-

chie à ce qui précède; qu'ils examinent et comparent, qu'ils fassent ou fassent faire au besoin, sous leurs yeux, quelques expériences justificatives, et ils comprendront que les observations précédentes ne nous ont été inspirées que par l'amour de la vérité et par l'intérêt que nous portons à toutes les branches de l'industrie sucrière. Ils verront que, dans toutes les appréciations faites à la sucrerie exotique, l'emploi de l'acide carbonique pour l'élimination de la chaux est le seul perfectionnement incontestable qui ait été introduit dans leur travail, et ils sauront secouer les chaînes sous lesquelles ils sont courbés depuis de longues années.

Chaulage du vesou. — Dans les méthodes dites perfectionnées, on ne suit aucune règle pour l'introduction de la chaux dans les vesous, et l'on se contente de chauler vers 85° à 90° de température, de manière à obtenir la clarification du liquide et la montée d'écumes bien séparées et résistantes. L'outillage employé et les procédés suivis sont, du reste, les mêmes que ceux qui ont été indiqués pour la betterave (t. II, page 346) et donnent lieu aux mêmes observations. Nous n'insisterons donc pas sur ce point, sinon pour faire remarquer l'incohérence qui a présidé à ce travail. Lorsque le vesou sort de l'appareil d'extraction, s'il n'a pas été débarrassé par le tannin de ses matières albuminoïdes, il se trouve dans des conditions telles qu'il exige l'application rapide de la chaleur pour coaguler l'albumine, et l'introduction d'une quantité de chaux suffisante pour séparer tout ce qui est éliminable par cet agent. Or, l'expérience apprend que, en moyenne, un litre de vesou n'est complétement déféqué que par l'introduction de 5 à 6 millièmes de chaux, et l'on sait, d'autre part, que les chiffres de ce genre ne peuvent fournir que des données empiriques sur lesquelles il est impossible de se baser d'une manière constante. On devra donc vérifier, expérimentalement et de temps en temps, quelle est la quantité de chaux utile pour précipiter les matières que cette substance peut rendre insolubles. On évitera avec soin de prolonger l'ébullition des vesous après le chaulage, surtout s'ils renferment un peu de glucose, à la suite de quelque altération de la plante, puisque les alcalis, mis en liberté par le chaulage, coloreraient fortement ce glucose et donneraient au sirop une nuance plus foncée qui pourrait se

reporter sur le sucre lui-même, si les cristaux en étaient complexes et un peu volumineux. Dans tous les cas, quelque peu que l'on emploie de chaux dans la défécation, on doit se rappeler que cet agent se combine toujours avec une certaine proportion de sucre, même lorsqu'il n'a pas été employé en quantité suffisante pour précipiter les matières étrangères qu'il peut insolubiliser ; il en résulte la nécessité indispensable de séparer la chaux du sucrate calcique qui se forme constamment et, comme dans le traitement du jus de betterave, cette séparation se fait de la manière la plus économique par l'action du gaz acide carbonique.

Saturation du vesou, carbonatation. — Nous avons dit, il n'y a qu'un instant, que le seul progrès incontestable introduit dans la sucrerie exotique, au point de vue de la purification du vesou, consiste dans l'emploi de l'acide carbonique pour l'élimination de la chaux, c'est-à-dire pour la seconde phase de la purification du jus ; nous ajoutons que la carbonatation est toujours nécessaire pour un bon travail, et que, si l'on a employé la proportion de chaux utile, il est impossible de s'en passer. Nous rappelons encore à l'attention du lecteur que, dans la fabrication ordinaire, même perfectionnée, l'acide carbonique, tout en éliminant la chaux à l'état de carbonate insoluble, transforme les alcalis libres en carbonates alcalins, mais que ces carbonates, se décomposant plus tard dans la concentration à mesure que la richesse sucrière augmente, le sucre se retrouve tôt ou tard en présence d'alcalis caustiques avec lesquels il se combine, et qui sont la cause essentielle de la coloration ultérieure. Il faudra donc, bon gré malgré, transformer ces alcalis en sels inoffensifs indécomposables, si l'on tient à éviter les conséquences de leur action. Quand même on se servirait de noir, il convient d'avoir présent à l'esprit ce fait que le sucre se colore de nouveau après chaque décoloration, lorsqu'il est soumis à l'action de la chaleur, en sorte que l'intervention du noir devient presque nécessaire si les principes relatifs à la purification n'ont pas été exécutés d'une manière absolue.

Décoloration du vesou. — Le vesou, après la défécation et la carbonatation, ne présente plus de coloration sensible ; c'est à

peine s'il est teinté d'une faible nuance jaunâtre que l'on peut encore diminuer ou faire disparaître totalement, en ajoutant un peu de chaux, par fractions, à la saturation. L'action du noir serait donc complétement inutile, et l'emploi de ce produit ne serait qu'une source de dépense illusoire, si les causes de coloration ultérieure étaient détruites. C'est précisément sur ce fait que repose l'erreur de la pratique courante, et il suffit, pour s'en convaincre, d'ajouter à un vesou, après la carbonatation, assez de vinaigre pour lui donner une très-faible acidité. Dans ce cas, il se dégage de l'acide carbonique, et les carbonates alcalins sont transformés en acétates, lesquels sont fixes et indécomposables à la température de la cuite. Si l'on concentre, et si l'on fait cuire un jus ainsi traité, sans le faire passer sur le noir, on constate que les sirops ne se colorent que très-peu, dans la proportion seulement de la matière colorante non détruite, et qu'il ne se forme pas de matière colorante nouvelle. Les sirops bien cuits sont tout au plus légèrement ambrés, et d'une nuance beaucoup plus belle que ceux obtenus habituellement. Si, au contraire, on a laissé subsister la petite quantité de carbonates alcalins qui se trouve dans le jus saturé, on constatera que deux ou trois filtrations sur noir n'empêchent pas le sirop d'être beaucoup plus coloré à la cuite. Cette vérification expérimentale fournit la justification pratique de la méthode que nous recommandons et qui consiste à compléter la purification des vesous, après la carbonatation, par la transformation des alcalis en sels inoffensifs. La marche la plus utile dans ce but consiste évidemment dans l'emploi d'une quantité suffisante de phosphates solubles; mais, au besoin, on pourrait se servir d'acide acétique ou de vinaigre, que l'on peut se procurer partout.

C'est précisément par suite de la présence des carbonates alcalins que l'emploi du noir se trouve justifié en apparence dans les méthodes suivies et, sans nous étendre davantage à ce sujet, nous renvoyons les fabricants à ce que nous avons dit sur l'usage du noir (t. II, page 563), sur la forme des filtres à employer, la marche du travail, le dégraissage des filtres et l'action même de cette substance.

Si l'on veut résumer la situation de la sucrerie exotique au sujet des perfectionnements introduits dans la purification du vesou, on trouve que ces perfectionnements ont surtout con-

sisté dans une modification d'outillage dont les procédés chimiques n'ont été que le prétexte.

On a substitué à l'équipage, avec beaucoup de raison, des instruments indépendants pour chaque partie du travail. Ainsi, dans la purification proprement dite, on a introduit l'emploi de la chaudière à défécation et de la chaudière à saturation usitées dans l'industrie indigène; on a ajouté à cela le four à chaux, producteur d'acide carbonique, un réfrigérent à gaz, une pompe aspirante et foulante et, le plus souvent, un récipient laveur qui complète cette partie de l'instrumentation. A cela, nous n'avons à faire que des éloges, et cette transformation de l'outillage constitue un progrès très-sensible sur la fabrication vulgaire du sucre exotique. On sent, en effet, que l'on ne peut songer à établir de comparaison entre le bac de repos, qui est plutôt un bac d'altération, la grande, le flambeau et la propre, considérés comme appareils d'épuration, et le système d'outillage simple et logique qui résulte des deux actions successives de la défécation et de la carbonatation en deux vases séparés.

Dans le système de l'équipage, on produit une épuration par à peu près, en nettoyant tant bien que mal les vesous et sirops dans les quatre premières chaudières; dans aucune, l'action prévue n'est finie et complète. Au contraire, dans le système indigène appliqué à la sucrerie exotique, chaque action est parfaite et se termine dans le vase où elle est exécutée. Le chaulage produit tous ses résultats dans la chaudière à déféquer; la carbonatation fournit les siens dans la chaudière à saturer et, après cette action double, le travail mécanique de la purification devrait être terminé, si les réactions chimiques nécessaires avaient été pratiquées. Ce n'est donc pas cette transformation ni l'adoption de cette partie de l'outillage européen qui fait, en quoi que ce soit, l'objet de notre critique. Nous regrettons seulement, au point de vue de la purification, que les génies de la construction aient placé les faits chimiques au-dessous de la tôle et du cuivre, et nous disons que, malgré une instrumentation plus rationnelle, presque parfaite sous certains rapports, ils ont subordonné des réactions nécessaires au désir de faire de gros devis et de vendre beaucoup de métal. A la suite de la carbonatation, il suffirait d'une opération chimique complémentaire pour rendre les filtres à noir

inutiles dans la sucrerie exotique, plus encore que dans la sucrerie indigène; la même précaution permettrait, à tous ceux qui en auraient le désir, d'éviter les engins coûteux d'évaporation et de cuite dans le vide, et l'on sent que les constructeurs ont évité avec le plus grand soin ce qui pourrait diminuer les frais d'installation, tout en améliorant les produits.

Concentration du vesou. — Ici encore, nous ne faisons pas la guerre au triple effet, ni au vide, dont nous avons reconnu toute l'ingéniosité et tout le mérite dans les parties précédentes de cet ouvrage; nous reconnaissons les services que l'on peut retirer de la concentration et de la cuite à basse pression; mais nous ne pouvons admettre que, pour plaire à qui que ce soit, ou pour satisfaire les intérêts de qui que ce puisse être, on cherche à rendre indispensable l'usage de machines coûteuses dont on exagère le prix à plaisir.

Disons en passant que nous avons vu de telles différences en cette matière que nous ne nous étonnons plus de tout ce qu'on pourrait nous dire. Pour n'en citer qu'un exemple, nous avons vérifié ce fait qu'un triple effet, avec tous ses accessoires, a été livré dans les mêmes conditions de capacité, de solidité et de quantité de travail effectif, pour un chiffre inférieur de près de moitié à celui d'un engin de même nature, destiné au même usage, et dans la même fabrique, qui avait été livré par une des maisons dont la réputation s'est le plus étendue. Nous n'avons jamais compris non plus pourquoi ni comment il a suffi, en 1867, des exigences d'un chaudronnier et de ses menaces pour porter le prix d'un filtre-presse de 1500 à 3 000 fr. En jugeant du reste par ces données, on sent parfaitement que, sans critiquer l'emploi des appareils à basse pression, nous puissions désirer pour tous la liberté de ne point s'en servir, sachant qu'ils sont payés au double ou au triple de leur valeur vénale, et que, par une méthode simple et intelligente, on peut faire d'aussi beau sucre à l'air libre que sous basse pression.

Voilà toute notre pensée à cet égard, et nous désirons vivement que les fabricants se pénètrent de ce fait que, mise à part une petite économie de vapeur, la concentration à l'air libre fournit des résultats aussi beaux que la concentration dans le vide, lorsque les jus sont neutres et débarrassés surtout des alcalis.

En dehors de cette idée, dont l'application aurait un immense résultat pour la sucrerie de cannes, en la soustrayant à la fatale influence de trois ou quatre grands chaudronniers européens, nous disons cependant que l'adoption des appareils à basse pression est un progrès réel, que ces appareils peuvent être d'une grande utilité, à la condition qu'on ne soit pas forcé de s'en servir, par suite de l'application d'une méthode mauvaise. Il faut que le fabricant puisse repousser à son gré les dépenses de ce genre, qui flattent plutôt l'amour-propre qu'elles ne conduisent au but cherché; il faut que, sachant faire de beau sucre à l'air libre, il puisse repousser toutes les propositions des constructeurs qui seraient contraires à son intérêt. Pour cela, il est indispensable qu'il se pénètre de la nécessité d'une purification complète des vesous; que, avant tout, il élimine la totalité des matières albuminoïdes et des substances inorganiques séparables; qu'il sache se débarrasser des réactifs employés dans ce double but et, enfin, qu'il se mette à l'abri de l'influence des alcalis non séparables en les transformant en sels inoffensifs. Quoi qu'on ait dit et qu'on puisse dire, quels que soient les intérêts particuliers opposés à ces principes, tout le secret d'une bonne fabrication repose sur leur stricte exécution, et l'on ne saurait répéter trop souvent aux fabricants ces vérités d'application journalière qui garantissent le salut et la prospérité de leurs établissements.

Tout ce que nous avons dit d'ailleurs sur la concentration du jus de betterave (tome II, pages 584 et suivantes) s'applique à la concentration des vesous, et nous n'aurons à faire à ce sujet que quelques observations d'intérêt général.

Calcul de la quantité d'eau à vaporiser pour la concentration du vesou. — Nous pourrions également renvoyer le lecteur à ce qui a été dit précédemment à cet égard; mais comme le vesou de canne présente une densité beaucoup plus considérable que le jus de betterave, nous n'hésitons pas ici à produire quelques chiffres destinés à élucider la question. En supposant donc une quantité régulière de 100 000 kilogrammes de cannes à traiter par jour, ou 22 heures de travail réel, nous nous trouvons en présence de deux circonstances capitales, suivant que l'extraction du jus a été produite par l'action des rolls ou par lévigation. Dans le cas d'extraction par le moulin, et en admettant

un rendement moyen de 60 0/0 en jus normal, ce qui est extrêmement large, nous sommes en présence de 60 000 kilogrammes de ce même jus, renfermant au maximum 77,17 d'eau et 22,83 de matières solubles diverses. En admettant l'élimination de la moitié seulement des sels minéraux et des deux tiers des principes organiques du vesou, dans un travail ordinaire de purification, on est en face d'une liqueur composée de :

Eau	77,17
Sucre	20,90
Sels minéraux	0,85
Produits organiques	0,75
	99,67

Les matières solubles du vesou sont donc dans la proportion de 22,50 en présence de 77,17 d'eau. Comme, dans la concentration, il s'agit de ramener ce jus à une richesse de 50 0/0, par 27° B. ou 1 238,5 de densité, il faut vaporiser, sur 100 kil. de jus initial, 100 — (22,50 × 2) = 55 kil. Nous ne tenons pas compte de la petite différence qui existe entre le jus initial et le jus purifié, laquelle est comblée par l'introduction du lait de chaux, etc. On a donc à vaporiser 55 × 600 = 33 000 kilogrammes d'eau en 22 heures, c'est-à-dire 1 500 kil. par heure, pour obtenir 27 000 kil. de sirop à 50 0/0 de richesse.

Si l'on compare ce qui vient d'être dit avec ce qui a été exposé sur la concentration du jus de betterave (t. II, page 585), on voit que le vesou de canne n'exige que la vaporisation d'une quantité moitié moindre d'eau pour fournir un produit deux fois et demie plus considérable que celui d'une même quantité de betterave. C'est dire, par le fait, que la dépense de vaporisation pour la concentration du vesou est plus de quatre fois moindre, et que, par conséquent, on n'a aucune raison sérieuse pour conserver du sucre dans la bagasse, puisque, toutes choses égales d'ailleurs, on pourrait encore payer le combustible à un prix quadruple de celui que nous supportons en Europe, tout en restant au-dessus du pair.

Dans le second cas, c'est-à-dire dans la concentration des jus obtenus par lévigation, les chiffres présentent des différences notables sur lesquelles il est bon de jeter un coup d'œil. Au lieu de retirer 60 0/0 de jus normal, on obtient très-aisément au moins 80 de ce jus, représenté par 100 de jus atténué, pour

100 kil. de cannes exploitables. Il résulte de là que l'on a à vaporiser 64000 kil. d'eau en 22 heures, soit 2909 kilogr. par heure, pour obtenir 36000 kilogr. de sirop à 50 0/0 par jour de travail.

Ce genre de travail exigera à la vérité une vaporisation de 20000 kilogrammes d'eau de plus ; mais il fournit un rendement excédant de 9000 kilogr. de sirop. Dans les conditions ordinaires de la fabrication du sucre indigène, en tenant compte de l'eau ajoutée à la râpe et de la nécessité de concentrer les eaux de dégraissage, nous avons vu qu'un travail de 100000 kilog. par jour demande 128640 kil. de vaporisation en 22 heures, ou 5847 kilogr. par heure, c'est-à-dire le double de ce qu'exigeraient 100000 kil. de cannes, pour ne donner que 19360 kil. de sirop, en sorte que l'avantage du travail de la canne sur celui de la betterave est encore à peu près le même dans ce deuxième cas.

Après ce qui a été exposé sur les surfaces de chauffe, sur l'action de la vapeur détendue et de la vapeur directe dans les appareils à l'air libre ou à basse pression, il devient facile d'établir, en conséquence de ce qui précède, les dépenses de vapeur que l'on a à supporter pour le traitement de 1000 kilogrammes de cannes dans les divers modes d'extraction du jus.

Si un certain nombre de fabricants de sucre exotique cherchent à pratiquer la concentration dans les appareils à basse pression qui ont été décrits, il en est un grand nombre qui n'ont encore substitué à l'équipage que les anciennes chaudières de concentration, à serpentin ou à faux fond, dont on a fait longtemps usage dans la sucrerie indigène. Tout en reconnaissant qu'ils peuvent avoir raison d'éviter l'emploi du triple effet et du vide, nous ferons cependant à leur adresse une observation que nous croyons importante. La règle à suivre, en matière de vaporisation, consiste à multiplier les surfaces de chauffe et à diminuer les épaisseurs de liquide. L'accomplissement de cette règle conduit à la promptitude des opérations, que l'on doit toujours rechercher en sucrerie, puisque l'on sait que le sucre s'altère par la chaleur seule ou par une trop longue ébullition avec l'eau. On a donc tout intérêt à diminuer, par tous les moyens possibles, la durée de la concentration, sous peine de produire du sucre incristallisable, même dans des sirops parfaitement traités et neutres. Cette raison est une des plus sérieuses qui mili-

tent en faveur des appareils à basse pression, dont le second avantage, plus marqué encore, est d'économiser la vapeur. En effet, ces appareils ont pour principal mérite de faire servir à la concentration la vapeur détendue, et de l'appliquer aux vesous et sirops par des surfaces considérables. Nous faisons assez bon marché de l'opinion qui consiste à prétendre que ces appareils altèrent moins le sucre, parce qu'ils agissent en dehors de l'influence de l'air atmosphérique. Cette opinion est fausse ou au moins très-exagérée, car, dans un sirop pur, ne renfermant point d'agents nuisibles au sucre, une cuite *rapide* à l'air libre n'altère en rien le sucre prismatique, et il ne nous semble pas démontré que l'absence de l'air et l'abaissement de la température préservent bien efficacement le sucre dans un sirop ou un vesou mal conditionné ou traité avec négligence. Ces instruments sont économiques et rapides, et s'ils étaient fournis à des prix plus abordables, on n'aurait pas d'objections à soulever contre leur emploi, excepté cependant dans le cas où ils agiraient sur des masses et en profondeur, et où les surfaces de chauffe ne seraient pas assez considérables. Si donc on applique les véritables principes aux appareils de concentration, si cette opération se fait rapidement sur de grandes surfaces et par couches minces, la vaporisation à l'air libre ne présentera aucune espèce d'inconvénient, et il ne sera nullement nécessaire de recourir à l'action auxiliaire du vide, pourvu que les vesous et sirops ne renferment aucun principe nuisible qui puisse altérer le sucre cristallisable. L'exactitude indiscutable de cette proposition n'excuse en rien les fabricants qui font usage de chaudières hémisphériques, à faux fond ou à serpentin, pour opérer la concentration sur des masses épaisses de liqueur, parce que, dans ce cas, même avec des liquides bien préparés, la lenteur du travail les expose à transformer une partie de leurs produits en sucre incristallisable.

Rien n'est si facile que de comprendre la manière pratique dont on doit conduire la concentration, et nous allons ajouter quelques mots au sujet des conditions que doivent remplir les instruments destinés à ce travail, de manière à appliquer partout le principe essentiel de la concentration, soit qu'on agisse par le feu nu ou par la vapeur.

Une des meilleures applications du feu nu que l'on ait mise en pratique est celle qui est produite par l'appareil de Fryer,

que nous aurons à décrire dans un prochain paragraphe, tout en démontrant que les dispositions de l'inventeur anglais sont loin de présenter le caractère de la nouveauté. Quoi qu'il en soit, l'appareil de Fryer présente ce mérite d'offrir au jus une vaste surface de chauffe, et de faire circuler ce jus sous une très-mince épaisseur, ce qui fait de cet engin, au moins pour la partie destinée à la concentration, un instrument bien compris, dont les défauts n'excluent point le mérite. Pour peu que l'on pût, avec le concretor, régler et modérer à volonté l'action du feu nu, nous ne ferions à l'encontre de cet instrument qu'une seule objection, basée sur l'emplacement énorme qu'il exige. Nous aurons à y revenir plus en détail.

Nous avons déjà fait voir (t. II, page 192) que l'instrument de Fryer repose sur le fourneau de Curaudau, au moins en principe; mais ce n'était point une raison pour en nier la valeur, quelque dommage que son adoption pût apporter parmi les spéculations des constructeurs à la mode.

Nous ne pouvons cependant nous empêcher de préférer à la disposition de Curaudau, plus ou moins heureusement imitée par Payen et Buran, pour la concentration des solutions d'acide borique, le chauffage tubulaire à feu nu, que nous avons décrit (t. II, page 193), et dont la figure 6 (page 75) rappelle les dispositions. Nous avons vu qu'une seule chaudière de ce genre, de 3 mètres de longueur seulement, sur $1^m,05$ de large, présente une surface de $11^{mq},13$, répondant à près de 850000 calories, et pouvant vaporiser 1384 kilog. d'eau par heure. Cette surface énorme coïncide avec une très-faible épaisseur du liquide chauffé, puisque les séries de tubes n'étant écartées que de 5 centimètres, la couche liquide enveloppante ne présente qu'une épaisseur de 25 millimètres. Le principe est donc absolument appliqué dans une installation de ce genre, qui permet l'emploi rationnel du feu nu, tout en supprimant les inconvénients qu'il peut présenter. En effet, le seul obstacle sérieux à l'adoption du feu nu consiste en ce que les surfaces dépourvues de liquide par le résultat même du travail, par un arrêt ou par une vidange, continuent à être exposées à une température assez haute pour produire la caramélisation. Or, dans la disposition que nous indiquons, il ne peut rien se produire d'analogue. A l'aide des registres, on empêche l'arrivée du calorique dans une série tubulaire, au moment où

elle va commencer à se découvrir et, lorsque la concentration est à son terme, si l'on ferme totalement le registre *p*, en ouvrant le registre *r*, les gaz chauds sont instantanément dirigés par le carneau *oo*, pour s'échapper en *l*, sans qu'ils puissent échauffer le fond de la chaudière *a*, puisqu'ils en sont séparés par une voûte de briques, très-mauvaises conductrices du calorique.

On pourrait même profiter des avantages d'une telle disposition pour construire un *équipage*, chauffé par un seul foyer, et dans lequel on n'aurait à se heurter contre aucun des inconvénients de l'équipage ordinaire. Seulement, à notre sens, on ne doit concevoir l'équipage que comme une série de chaudières évaporatoires, disposées en gradins, et chauffées à feu nu, pour la concentration et la cuite des jus purifiés. Il en résulte que l'on ne devrait faire arriver, dans la première chaudière ou la grande, que des vesous parfaitement déféqués, carbonatés et neutralisés, que le produit de cette chaudière, après une certaine concentration, serait dirigé dans une seconde, à laquelle on pourrait conserver le nom légendaire de *flambeau*; que le sirop du flambeau se déverserait dans la *propre*, puis dans le *sirop*, et de là dans une *batterie* ou chaudière de cuite, et que l'on pourrait même donner à ce travail une sorte d'automatisme. Il suffirait, pour cela, de séparer les séries tubulaires par des faux fonds, de faire arriver le liquide à évaporer par la surface supérieure, et d'en opérer le transport, d'une chaudière à l'autre, à l'aide d'un tube syphoïde partant du fond, au-dessous de la série inférieure. D'une série à l'autre, les liquides pourraient parfaitement descendre à l'aide de tubes de trop-plein, et quelques dispositions très-simples faciliteraient la vidange des cases.

Si nous insistons sur cette disposition, c'est que, dans plusieurs contrées où l'on fabrique le sucre de canne, il peut être nécessaire de conserver l'organisation sommaire de l'équipage et que le seul parti à prendre, dans ce cas, consiste à modifier les adaptations et à faire disparaître les inconvénients d'un outillage arriéré, opposé à tous les principes d'une bonne fabrication.

Nous avons donc la conviction que l'on peut toujours obtenir avec le feu nu des résultats excellents, soit que l'on se serve de l'installation de Curaudau, de celle de Fryer ou de toute autre,

qui reposerait sur les idées générales que nous venons d'émettre. Cependant, pour plus de sécurité dans le travail, nous donnons, quand même, la préférence aux engins chauffés par la vapeur. Parmi ceux-là, un des meilleurs, pour la concentration à l'air libre, est connu sous le nom d'appareil de Wetzell. La figure 8 en donne une idée suffisante et représente la construction adoptée par la maison Cail, pour tous les fabricants qui lui demandent cet instrument. Il se compose essentiellement d'une auge demi-cylindrique ou surbaissée, dans laquelle tourne une série de tubes isolés dans leur longueur, mais communiquant à chaque extrémité avec une boîte à vapeur. Tout le système tubulaire, rempli de vapeur, qui pénètre par une extrémité, et dont la condensation s'échappe par l'autre, tourne dans le liquide à concentrer ou à cuire. Chaque tube, en sortant du liquide, en emporte une couche mince superficielle, dont l'eau s'évapore, presque en totalité, avant que les tubes rentrent dans la liqueur par leur mouvement de révolution. L'évaporation est extrêmement rapide dans cet appareil, et il est employé très-avantageusement dans un grand nombre de sucreries de canne.

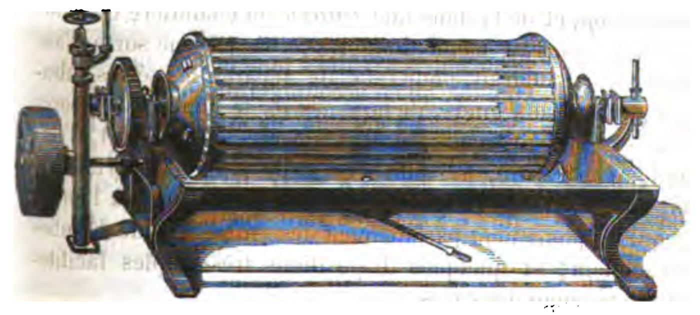


Fig. 8.

La construction primitive de Wetzell était presque identique à celle de la maison Cail et des autres constructeurs spéciaux. Elle présente quelques inconvénients graves qu'il importe de signaler aux praticiens. La condensation est tellement abondante que les tubes, baignant dans le liquide, sont presque constamment remplis d'eau. Il en résulte une pression assez considérable sur les joints, et il se produit fréquemment des fuites dans l'ensemble de l'appareil. D'autre part, la purge de

cette condensation est difficile, et les artifices que l'on a employés pour la produire n'ont pas donné lieu à des résultats bien satisfaisants. Nous avons obvié à ces défauts en supprimant complétement les boîtes à vapeur d'entrée et de sortie, et en substituant aux tubes droits ou obliques un tube unique, disposé en hélice, à une certaine distance de l'arbre moteur, suivant un diamètre prévu. Dans cette disposition, qui a d'ailleurs été déjà appliquée à la concentration des sirops de glucose, les fuites sont totalement évitées, la purge se fait automatiquement et le travail présente une rare facilité. Nous ferons observer toutefois que, suivant les données de Péclet, justifiées expérimentalement, il importe de ne pas donner à un tube, disposé en serpentin et destiné à transmettre le calorique de la vapeur, une longueur trop grande; car, lorsqu'on dépasse trente mètres, on est exposé à n'avoir plus dans l'extrémité du tube que de l'eau de condensation. Il vaut mieux, dans tous les cas, augmenter le nombre des chaudières que d'en exagérer les dimensions.

Bien qu'on ne considère habituellement la chaudière de Wetzell que comme un appareil de cuite, nous regardons cette manière de voir comme trop absolue, et cet instrument nous paraît plutôt destiné à la concentration, quoique l'on puisse s'en servir avec beaucoup d'avantage pour la cuite même. Nous avons constaté, en effet, qu'en accouplant plusieurs chaudières de cette espèce, disposées en gradins, de manière à y produire une alimentation automatique, le passage à travers un tel système suffit pour amener les jus à l'état de sirops à 50 0/0 de richesse, c'est-à-dire à 27° B., en sorte que l'on peut produire aisément une concentration continue entre la purification et la filtration qui précède la cuite. Nous aurons à revenir, au demeurant, sur les dispositions auxquelles nous donnons la préférence pour la rapidité du travail, la diminution de la main-d'œuvre, et l'économie du combustible, lorsque nous exposerons la méthode relative à la sucrerie agricole, applicable tant au vesou de canne qu'au jus de betterave.

Il va sans dire que, dans les méthodes de concentration à la vapeur, on peut employer les instruments à effet multiple et à basse pression, pourvu qu'on les regarde comme des appareils d'évaporation et non pas comme des engins destinés à pallier les négligences commises dans la défécation. En se reportant

à ce que nous avons exposé précédemment (t. II, page 595), le lecteur se rendra compte des faits qu'il lui importe de connaître relativement à ces appareils, et il pourra se prononcer en toute certitude.

On ne peut trop répéter, dans l'intérêt de la sucrerie, que la concentration et la cuite à l'air libre donnent des résultats très-satisfaisants, lorsque les vesous ont été parfaitement purifiés, et que l'on prend, d'ailleurs, toutes les précautions nécessaires contre la caramélisation, si l'on opère à feu nu. Les produits du *concretor* de Fryer viennent donner toute certitude à cette proposition.

Filtration des sirops. — Lorsque, par l'élimination d'une certaine quantité d'eau, les vesous ont atteint la densité de 1230 à 1240, soit 27° à 28° B., un certain nombre de matières, que la défécation n'avait pas atteintes, cessent d'être solubles et demeurent en suspension dans le liquide, qui est passé à l'état de sirop faible. Il importe évidemment alors de se débarrasser de ces substances étrangères par une filtration mécanique ou par tout autre moyen analogue. On sait, par les réclames de tout genre, que l'emploi du noir comme matière filtrante a été regardé comme un grand perfectionnement apporté aux opérations de la sucrerie exotique. Nous avons dit assez ce que nous pensons de ce prétendu progrès, dans lequel nous ne voyons qu'une mesure rétrograde et intempestive, surtout dans le traitement du vesou de canne. Cependant, et par esprit d'impartialité, nous devons ajouter que si les sirops de vesou, bien neutres, présentent une coloration un peu trop intense, la filtration sur noir peut être heureusement employée pour les décolorations, sous cette réserve que les sirops soient parfaitement dépouillés de toute alcalinité, et que le noir lui-même soit complétement neutre. Dans ce cas, on peut obtenir par l'action du noir des clairces blanches qui ne se colorent plus à la cuite, mais c'est au fabricant de décider s'il y a intérêt à installer des filtres à noir, des fours à révivification, tout un matériel, pour obtenir une nuance un peu plus blanche, à laquelle il parviendrait aisément par le travail mécanique de la turbine. Nous ne croyons pas, pour notre compte, que la dépense du noir, de l'installation qu'il nécessite, de la main-d'œuvre qu'il exige, soit compensée par les faibles avantages qu'il procure... Si, cependant, on

tient à se servir de cet agent, on doit ne l'employer jamais que dans un état de parfaite neutralité et sur des sirops neutres, sous peine de subir tous les désavantages que nous avons signalés.

Cuite des sirops. — La cuite des sirops de canne, dans les établissements organisés suivant les règles de la sucrerie européenne, ne présente aucune différence sensible avec ce qui a été décrit en détail dans notre second volume (p. 231 et 603), où le lecteur trouvera tous les renseignements utiles à la bonne marche de l'opération.

Dans la fabrication ordinaire, la cuite se fait dans la batterie, après que le vesou a été épuré et concentré de proche en proche dans les quatre chaudières précédentes. Dans la fabrication perfectionnée, où l'on a adopté la défécation dans une chaudière spéciale, la carbonatation, la filtration sur noir, on concentre dans le triple effet ou dans un appareil spécial, et la cuite des sirops filtrés, décolorés, s'exécute dans une chaudière à basse pression, dans le vide, soit en sirop ou filet, soit en grains. Nous n'avons rien à ajouter à ce que nous avons fait observer sur le travail à exécuter dans l'une ou l'autre de ces conditions.

Cristallisation. Traitement des masses cuites. — Dans la fabrication exotique perfectionnée, cette phase du travail est absolument identique à la phase correspondante de la fabrication indigène (tome II, pages 258 et 614).

Nous ferons seulement observer que, la cristallisation des sirops de canne présentant beaucoup moins de difficultés que celle des sirops de betterave, en raison de la petite quantité de sels minéraux qui s'y rencontrent, on peut obtenir de premier jet, avec les sirops de canne, une proportion de sucre beaucoup plus forte, soit que l'on ait cuit au filet, soit que l'on ait cuit en grains. En effet, la composition de ces sirops peut se déduire facilement de la composition de la canne et des vesous, dans lesquels on trouve, en moyenne, 2,9 pour 100 de matières étrangères.

Sur cette quantité de matières étrangères, on doit admettre, en bonne pratique, que l'élimination des matières séparables s'est faite dans le travail de purification, et qu'il ne reste dans

les sirops que la faible quantité de ces matières qui ont échappé au travail, avec les sels solubles qui n'ont pu être décomposés.

Or, sans vouloir reproduire ici des chiffres analytiques contradictoires, ou nous livrer à de longs calculs, nous nous contenterons de prendre pour base de notre raisonnement l'analyse donnée par M. Payen, et qui indique les différentes matières qui se trouvent dans la mélasse de canne. D'après le travail de ce chimiste, 100 kilogrammes de ce produit renferment :

Sucre cristallisable	62k,008
Glucose	12 ,008
Eau	15 ,000
Mucilage	0 ,635
Substances azotées	0 ,416
Phosphate de chaux	0, 485
Acétate de potasse	1 ,744
Chlorure de potassium	0 ,955
Sulfate de potasse	0 ,7125
Acétate de chaux	0 ,185
Phosphate de cuivre	0 ,00167
Silice	0 ,199

D'autre part, nous avons trouvé qu'une bonne masse cuite, à 15 pour 100 d'eau, contenait sur 1 000 parties en poids :

Sucre cristallisable	783	= 1000
Glucose	39	
Sels et matières étrangères	28	
Eau	150	

En recherchant quelle est l'action des sels sur le sucre, et quelle proportion de ce principe peut être immobilisée ou entraînée par ces sels, nous trouvons que le glucose, le mucilage, les matières azotées, les phosphates de chaux et de cuivre, la silice, le sulfate et l'acétate de potasse, ainsi que l'acétate de chaux n'engagent que leur poids de sucre dans les mélasses, tandis que l'unité de chlorure de potassium immobilise 4 unités 582 de sucre. Il résulte de cela que 1 000 kil. de masse cuite, contenant 39 kil. de glucose et 28 kil. de sels et matières diverses différentes du sucre, ces matières entraîneront dans les mélasses une quantité de sucre à déterminer. Comme ces sels et matières étrangères sont les mêmes, au moins en moyenne, dont M. Payen a indiqué les proportions dans la mélasse de

canne, nous pouvons appliquer les chiffres de son analyse à notre recherche. En effet, dans la mélasse analysée on constate qu'il existe 5k,29317 de substances étrangères, dont les proportions relatives, étant connues, conduisent à trouver d'une manière très-rapprochée, les rapports des sels, etc., qui composent les 28 kil. indiquées dans la masse cuite. Par le calcul, on voit que ces 28 kil. de sels et matières diverses sont composés de :

Mucilage	3k,3971
Substances azotées	2 ,2258
Phosphate de chaux	2 ,3274
Acétate de potasse	9 ,3312
Chlorure de potassium	5 ,1097
Sulfate de potasse	3 ,8122
Acétate de chaux	0 ,7223
Phosphate de cuivre	0 ,0089
Silice	1 ,0647

En additionnant les poids des matières qui n'engagent qu'une unité de sucre, on obtient un chiffre de 22k,8896.

Matières engageant l'unité de sucre	22k,8896	
Poids égal de sucre engagé		22k,8896
Poids du glucose	39 ,0000	
Poids égal du sucre engagé		39 ,0000
Poids du chlorure de potassium	5 ,1097	
Sucre engagé, au coefficient 4,582		23 ,4126
Totaux	66 ,9993	84 ,3012

Ces deux nombres réunis donnent un chiffre de 151 kilogrammes de matières solubles, ou de 177k,63 de mélasse à 15 p. 100 d'eau et, puisque les différentes matières susceptibles d'immobiliser du sucre n'en engagent que 84 kilogrammes sur 783, on doit conclure, régulièrement, que la quantité du sucre isolable est de 699 kilogrammes sur 1 000 kilogrammes de masse.

Comme le produit, en masse cuite, dépend surtout de l'extraction du jus sucré, on sent que la différence de rendement sera énorme entre les moulins qui donnent 59 à 60 pour 100 de jus normal et les systèmes plus rationnels qui fournissent 80 à 85 ou même une proportion plus grande.

Nous n'avons soulevé ici cette question que dans le but de faire voir la facilité de cristallisation que présentent les sirops de

canne, comparativement, à ceux de betterave, et nous pensons en avoir établi la démonstration. Or, nous ne pouvons nous empêcher, en face d'une telle situation, de trouver au moins étrange le résultat obtenu par la plupart des fabricants, lequel est bien loin de produire 699 kilogrammes de sucre isolé par 1.000 kilogrammes de masse. Nous reviendrons tout à l'heure sur cette question.

Dans le travail perfectionné, le travail de la cristallisation s'exécute absolument comme il a été indiqué à l'égard de la sucrerie indigène, sauf pour les différences qui résulteraient de l'application d'un système particulier.

Purge ou séparation des cristaux. — Nous n'avons rien à ajouter à ce qui a été exposé à ce sujet dans la description du travail des sirops de betterave, et la purge des cristaux de sucre de canne se fait généralement au moyen de la turbine.

Épuisement des eaux-mères. — Dans la fabrication ordinaire, on ne fait, habituellement, qu'un seul jet, lequel produit à peine 50 à 60 kilogrammes de sucre pour 1 000 kilogrammes de canne, et la mélasse est employée à la fabrication du tafia et du rhum. Au contraire, dans les usines construites suivant les règles modernes, on fait habituellement trois jets, c'est-à-dire que l'on recuit les sirops d'égout de premier et de second jets. Des renseignements publiés par un journal spécial ont fait connaître les résultats suivants pour le traitement suivi dans une usine Cail.

La quantité de canne traitée avec tout l'immense matériel du système a été de 8 841 334 kilogrammes.

Cette quantité a produit :

Sucre de premier jet, 557 703 kilogrammes, soit, par 1 000 kilogrammes de canne, $63^{\text{k}},079$.

Sucre de second jet, 203 767 kilogrammes, ou, par 1 000 kilogrammes de canne, $23^{\text{k}},047$.

Sucre de troisième jet, 74 772 kilogrammes, ou, par 1 000 kilogrammes de canne, $8^{\text{k}},40$.

C'est un produit de $94^{\text{k}},526$, au total, pour 1 000 kilogrammes de matière première, mélasse non comprise, et ce produit nous paraît insuffisant pour diverses raisons. D'abord, il ressort des

chiffres mêmes, que nous venons de reproduire, que l'usine Cail n'a pas produit plus de 118 à 120 kilogrammes de masse cuite, pendant que les 1000 kilogrammes doivent fournir 200 kilogrammes de masse, et rendent 163k,32 de sucre marchand, en faisant la cuite et les reprises comme à l'ordinaire. D'autre part, par une défécation et une purification soignées, on peut parfaitement rendre inoffensive la matière alcaline contenue dans les jus, en sorte que l'on peut atteindre la presque totalité du sucre et l'isoler, à 84 ou 85 kilogrammes près sur la totalité de celui qui existe dans le vesou. Or, il faut 5000 kilogrammes de canne pour fournir 1000 kilogrammes de masse par un bon travail, et ces 5000 kilogrammes, épuisés par un bon traitement, doivent laisser en réalité dans la masse 900 kilogrammes de sucre, d'où il suit que, par une bonne méthode, les 1000 kilogrammes de masse doivent fournir 815 kilogrammes de sucre ou 16 pour 100. Il importe, pour atteindre ce résultat, non-seulement de donner tous ses soins à la récolte des plantes et à l'extraction complète du jus, mais encore de prêter la plus grande attention à la reprise des sirops d'égout. C'est une faute grave, dans le travail exotique, de ne faire les cuites qu'à 15 pour 100 d'eau, surtout dans les reprises des sirops d'égout, et il est indispensable, pour obtenir une cristallisation abondante et rapide, de pousser la cuite jusqu'à ce que la masse ne contienne plus que 10 pour 100 d'eau. Par cette précaution, et avec le soin de maintenir l'empli dans une température égale, on peut séparer la presque totalité du sucre et n'en laisser dans les mélasses que la faible quantité engagée par la portion des sels non éliminés.

Utilisation des résidus. — Les résidus de la fabrication exotique sont les *bagasses*, les écumes et les dépôts, les mélasses et les noirs épuisés.

A l'exception de la bagasse, l'utilisation de ces divers résidus se fait comme dans la sucrerie de betterave. Les écumes et les dépôts sont traités au filtre-presse ; les noirs épuisés peuvent servir comme engrais, et les mélasses sont employées à la fabrication du rhum ou du tafia.

Les bagasses servent principalement de combustible, et, d'après ce qui a été déjà dit, on comprend que ces résidus, totalement épuisés, ne conservent pas moins une grande valeur

pour cet usage. Nous préférerions de beaucoup voir retourner les bagasses à la fosse aux engrais, et il serait beaucoup plus régulier de les restituer au champ producteur dans tous les pays qui ne sont pas privés d'autre combustible. On ne peut cependant, à cet égard, émettre qu'un vœu ; les circonstances seules devant décider de l'emploi qu'on en doit faire.

IV. — ÉTUDE DE QUELQUES PROCÉDÉS PARTICULIERS.

Nous engageons vivement le lecteur à se reporter au chapitre III de notre précédent volume (p. 682), dans lequel nous avons décrit et analysé un grand nombre de procédés proposés pour la sucrerie de betterave. Cette étude préparatoire facilitera une appréciation exacte des raisonnements et des faits que nous avons à exposer sommairement.

Procédés relatifs à la division des cannes. — Jusqu'à présent, un seul appareil a remporté tous les honneurs de la guerre, dans le combat qui se livre, entre l'absurdité et le bon sens, relativement à la division de la canne. Et ce n'est pas le bon sens qui a pu se dire victorieux. On n'a pas été chercher le simple, on a voulu la déraison. Le moulin écrase le roseau saccharifère et, en même temps, il en extrait le vesou; il fait d'une pierre deux coups; c'est l'instrument de la paresse imbécile, et c'est à lui que toutes les préférences ont été acquises. Il divise et presse; que veut-on de mieux?... Ce que nous voudrions, c'est que le moulin, le laminoir, put rendre de 86 à 88 de jus normal par une seule opération... Nous le disons très-nettement et, tout le temps que le moulin ne fera pas cela, nous le déclarerons le plus mauvais de tous les engins de la sucrerie. Nous savons que les grands génies de la chaudronnerie sucrière s'obstinent à conserver le moulin et nous en savons les raisons. De la fonte, cela ne coûte pas cher! Un coup de burin sur le tour, un arbre à caler, quelques poulies et quelques engrenages ; voilà l'affaire. Cela se vend comme on veut entre 200 et 300 pour 100 de bénéfice, ce qu'on ne pourrait faire avec un autre système, plus utile et plus rationnel. Un moulin que l'on vend 12,000 francs, par exemple, revient à 4,000 ou 5,000 francs; et c'est une affaire très-lucrative. Si donc nous comprenons que les chaudronniers tiennent pour le mou-

lin, nous ne saisissons pas aussi bien la raison pour laquelle les fabricants continuent à se servir d'un appareil qui rend 50 à 62 sur 100 de jus normal, lorsque le simple lessivage de la canne divisée peut donner 75 à 80, avec des ouvriers très-ordinaires.

Il n'existe pas d'autre appareil diviseur approprié à la canne à sucre que le hache-cannes, et cet instrument n'est pas autre chose, au fond, que le hache-paille de nos fermes, adapté aux exigences particulières de la canne. L'adoption de cet engin a été conseillée par tous les hommes vraiment compétents et les fig. 9 et 10 font voir la disposition imaginée par M. A. Philippe, dont nous aurons à décrire le système d'ensemble dans un instant.

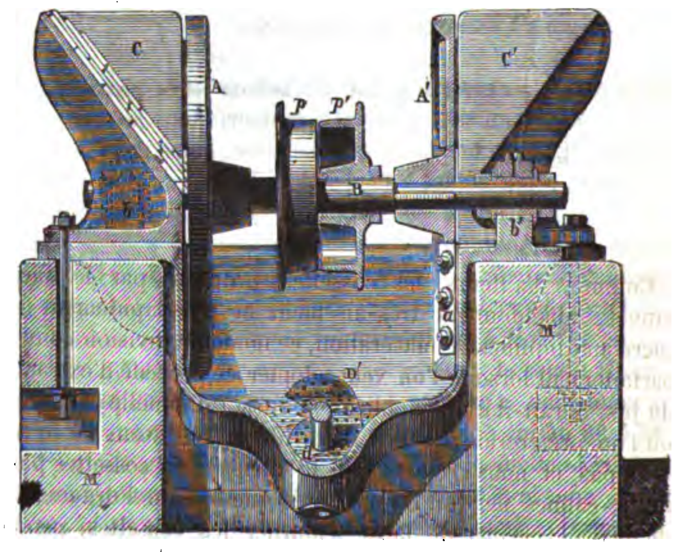


Fig. 9.

Il est démontré que la râpe ne peut servir pour la division de la canne, à raison de la contexture ligneuse des tiges et de la résistance des nœuds, qui mettraient promptement l'instrument hors de service. D'autre part, la rasion produirait la division de la matière dans des conditions telles que les portions les plus ténues passeraient dans le jus et augmenteraient la proportion des substances étrangères ainsi que la quantité du

ferment. Il est évident, sans doute, que, par un débourbage et par l'emploi d'agents chimiques convenables, on parviendrait à annihiler ces inconvénients, mais une pulpe trop ténue deviendrait inutile pour le chauffage, et cette considération, très-importante, n'est pas la moindre de celles qu'on peut faire valoir contre l'emploi de la râpe.

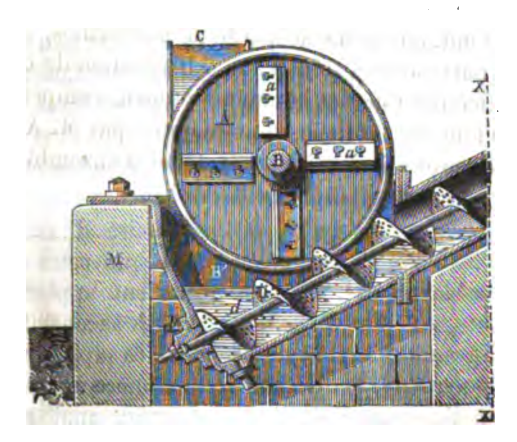


Fig. 10.

Comme, d'ailleurs, les cossettes, produites par le hache-cannes, abandonnent très-aisément et très-rapidement leur sucre aux liquides de macération, ce mode de division convient parfaitement lorsque l'on veut adopter ce procédé d'extraction du jus. Serait-il d'une application aussi rationnelle dans le cas où l'on préférerait se servir de la lévigation? Nous ne le pensons pas, et nous croyons que la division en cossettes par le hache-cannes ne doit être préférée que lorsque l'organisation du travail permet de faire séjourner les cossettes, pendant trente minutes au moins, avec les liquides dissolvants. C'est en cela que, tout en reconnaissant le mérite des indications de M. Philippe, nous voudrions que la canne subît une plus grande division, lorsqu'on ne doit la soumettre qu'à la lévigation, c'est-à-dire à un contact moins prolongé avec les liquides dissolvants. C'est pour cette raison capitale que, à la suite du hache-cannes, en dessous de cet instrument, nous disposons deux cylindres triturateurs, à surface cannelée, qui reçoivent les cossettes et les réduisent en une matière très-analogue au

cette condensation est difficile, et les artifices que l'on a employés pour la produire n'ont pas donné lieu à des résultats bien satisfaisants. Nous avons obvié à ces défauts en supprimant complétement les boîtes à vapeur d'entrée et de sortie, et en substituant aux tubes droits ou obliques un tube unique, disposé en hélice, à une certaine distance de l'arbre moteur, suivant un diamètre prévu. Dans cette disposition, qui a d'ailleurs été déjà appliquée à la concentration des sirops de glucose, les fuites sont totalement évitées, la purge se fait automatiquement et le travail présente une rare facilité. Nous ferons observer toutefois que, suivant les données de Péclet, justifiées expérimentalement, il importe de ne pas donner à un tube, disposé en serpentin et destiné à transmettre le calorique de la vapeur, une longueur trop grande; car, lorsqu'on dépasse trente mètres, on est exposé à n'avoir plus dans l'extrémité du tube que de l'eau de condensation. Il vaut mieux, dans tous les cas, augmenter le nombre des chaudières que d'en exagérer les dimensions.

Bien qu'on ne considère habituellement la chaudière de Wetzell que comme un appareil de cuite, nous regardons cette manière de voir comme trop absolue, et cet instrument nous paraît plutôt destiné à la concentration, quoique l'on puisse s'en servir avec beaucoup d'avantage pour la cuite même. Nous avons constaté, en effet, qu'en accouplant plusieurs chaudières de cette espèce, disposées en gradins, de manière à y produire une alimentation automatique, le passage à travers un tel système suffit pour amener les jus à l'état de sirops à 50 0/0 de richesse, c'est-à-dire à 27° B., en sorte que l'on peut produire aisément une concentration continue entre la purification et la filtration qui précède la cuite. Nous aurons à revenir, au demeurant, sur les dispositions auxquelles nous donnons la préférence pour la rapidité du travail, la diminution de la main-d'œuvre et l'économie du combustible, lorsque nous exposerons la méthode relative à la sucrerie agricole, applicable tant au vesou de canne qu'au jus de betterave.

Il va sans dire que, dans les méthodes de concentration à la vapeur, on peut employer les instruments à effet multiple et à basse pression, pourvu qu'on les regarde comme des appareils d'évaporation et non pas comme des engins destinés à pallier les négligences commises dans la défécation. En se reportant

tent dans le sens longitudinal, permettent de les considérer comme des espèces de filtres, à travers lesquels les liquides s'introduisent facilement et s'échappent en entraînant les matières solubles des cellules et des espaces interstitiels. La rapidité de l'épuisement est proportionnelle à la perméabilité plus grande des tissus et, de plus, l'opération est soumise aux règles générales qui ont été exposées précédemment. Ainsi, l'épuisement sera d'autant plus complet et plus rapide que le liquide employé sera d'une densité relative moindre et qu'il présentera une température plus rapprochée du point d'ébullition.

Nous n'avons pas voulu raisonner sur la canne *à priori*, et nous avons cherché, expérimentalement, à nous rendre un compte précis des circonstances de la macération, appliquée à cette tige saccharifère. Nous nous sommes donc procuré des cannes de diverses provenances et nous avons étudié le fait direct avec tout le soin que comporte une recherche de ce genre. Nous rapportons ici, pour la gouverne du lecteur, les détails de nos dernières expériences, qui ont été faites en 1872, sur des parties de cannes bien mûres, *à l'état frais*, dont le jus normal accusait 1087,9 de densité.

Après avoir placé, sur un rang, huit vases cylindriques en verre, munis d'un robinet de fond, nous avons introduit dans le n° 1 un kilogramme de cossettes de cannes, d'une épaisseur moyenne de 4 millimètres. Sur ces cannes, on versa un litre d'eau à 75° de température, dans laquelle on avait fait infuser 15 grammes d'écorce de chêne. La matière était maintenue sous le liquide à l'aide d'un disque en bois, chargé d'une pierre. Pendant la durée du contact, une nouvelle quantité d'un kilogramme de cossettes fut débitée et placée dans le n° 2. Cette manœuvre demanda 20 minutes. Le liquide du n° 1 fut alors soutiré et ramené au volume d'un litre; puis on en prit la densité qui fut trouvée de 1041. Ce liquide réchauffé rapidement à 75° fut versé sur le n° 2, pendant que de nouvelle eau, sans tannin, à 50° seulement, agissait sur le n° 1. Cette marche servit de base à toute l'opération, en sorte que le premier liquide fut mis en contact avec 8 kilogr. de cossettes fraîches, et que la durée du contact avec chaque nouvelle dose fut réglée à 20 minutes, ce temps ayant été jugé suffisant pour obtenir une équilibration de densité satisfaisante. A chaque contact, le volume

d'un litre fut scrupuleusement rétabli et la température ramenée au point de départ. Voici les chiffres obtenus :

Premier liquide A. — Après un contact de 20 minutes avec les cossettes neuves du n° 1, produit obtenu : 1 litre à 1041.

Deuxième contact de 20 minutes avec les cossettes neuves du n° 2. Produit : 1 litre à la densité de 1060.

Troisième contact de 20 minutes avec les cossettes neuves du n° 3. Produit : 1 litre à la densité de 1069.

Quatrième contact de 20 minutes avec les cossettes neuves du n° 4. Produit : 1 litre à la densité de 1074.

Cinquième contact de 20 minutes avec les cossettes neuves du n° 5. Produit : 1 litre à la densité de 1 076.

Sixième contact de 20 minutes avec les cossettes neuves du n° 6. Produit : 1 litre à la densité de 1077.

Septième contact de 20 minutes avec les cossettes neuves du n° 7. Produit : 1 litre à la densité de 1078.

Huitième contact de 20 minutes avec les cossettes neuves du n° 8. Produit : 1 litre à la densité de 1079.

Produit A : 1 *litre de vesou à la densité de* 1079, dont la valeur, en *vesou normal*, à 1087,9, égale 0 lit. 898,6.

Deuxième liquide B. — Après un contact de 20 minutes avec les cossettes du n° 1, produit obtenu : 1 litre à la densité de 1020,5.

Produit du contact avec le n° 2 : 1 litre à la densité de 1039,30.

Produit avec le n° 3 : 1 litre à la densité de 1050,95.
Produit avec le n° 4 : 1 litre à la densité de 1061,40.
Produit avec le n° 5 : 1 litre à la densité de 1067,40.
Produit avec le n° 6 : 1 litre à la densité de 1070,75.
Produit avec le n° 7 : 1 litre à la densité de 1071,85.
Produit avec le n° 8 : 1 litre à la densité de 1074,35.

Produit B : 1 *litre de vesou atténué*, à la densité de 1074,35, dont la valeur, en *vesou normal*, à 1037,9, égale 0 lit. 846.

Troisième liquide C. — Produit définitif obtenu après un contact de 20 minutes avec les cossettes de chacun des numéros 1 à 8 : 1 *litre de vesou atténué*, à la densité de 1069,60 dont la valeur, en *vesou normal*, égale 0 lit. 792.

Quatrième liquide D. — Produit définitif, obtenu après un contact de 20 minutes avec les cossettes de chacun des numéros 1 à 8 : 1 *litre de vesou atténué*, à la densité de 1065, dont la valeur, en *vesou normal*, égale 0 lit. 739.

Cinquième liquide E. — Produit définitif, obtenu après un contact de 20 minutes avec les cossettes de chacun des numéros 1 à 8 : 1 *litre de vesou atténué*, à la densité de 1060,30, dont la valeur, en *vesou normal*, égale 0 lit. 686.

Sixième liquide F. — Produit définitif, obtenu après un contact de 20 minutes avec les cossettes de chacun des numéros 1 à 8 : 1 *litre de vesou atténué*, à la densité de 1055,60, dont la valeur, en *vesou normal*, égale 0 lit. 632.

Septième liquide G. — Produit définitif, obtenu après un contact de 20 minutes avec les cossettes de chacun des numéros 1 à 8 : 1 *litre de vesou atténué*, à la densité de 1051, dont la valeur, en *vesou normal*, égale 0 lit. 580.

Huitième liquide H. — Produit définitif, obtenu après un contact de 20 minutes avec les cossettes des numéros 1 à 8 : 1 *litre de vesou atténué*, à la densité de 1046,65, dont la valeur, en *vesou normal*, égale 0 lit. 530.

Le produit des cossettes du n° 1, sensiblement épuisées, marquant 0°, ces cossettes sont rejetées et le n° 1 est supprimé.

Bien que l'épuisement ne soit pas complet pour les numéros 2 à 8, comme il est évident que, en continuant le travail, on obtiendra cet épuisement de la même manière que pour le n° 1, l'opération est arrêtée et en voici la récapitulation :

Liquide	A.	1 litre,	à 1079,00	valeur en jus normal :	0,8988
—	B.	—	1074,35	—	0,8460
—	C.	—	1069,60	—	0,7920
—	D.	—	1065,00	—	0,7390
—	E.	—	1060,30	—	0,6860
—	F.	—	1055,60	—	0,6325
—	G.	—	1051,00	—	0,5800
—	H.	—	1046,65	—	0,5300

Le produit total est de 8 litres de jus atténué, d'une densité moyenne de 1062,69 et dont la valeur, en jus normal, est de 5 litres 704. Comme les 8 kil. de cossettes représentent 7 litres 20 de vesou normal à 1087,9, il s'ensuit qu'il reste,

dans les cossettes à épuiser des numéros 2 à 8, 1 litre 496 de vesou normal, en sorte que l'on a extrait 79,22 0/0 du vesou réel dans ce *commencement* d'opération. Ce résultat dépasse de beaucoup les chiffres les plus hardis de la maison Cail. Or, d'autres séries d'expériences démontrent que l'on épuise de la même manière les cossettes des numéros 2 à 8, que, si l'on donne de la continuité à l'opération, en faisant passer les jus enrichis sur des cossettes neuves, on peut donner aux produits liquides une densité moyenne de 1079 à 1080, en sorte que toute objection, tirée de la densité moindre des vesous de macération, est complétement illusoire. La cossette de canne parvient à l'équilibration en 20 minutes, ce qui est loin d'arriver aussi promptement pour la betterave. La convenance et l'utilité de la macération sont donc démontrées pour la canne à sucre et l'on doit ajouter que les jus tannés offrent la propriété de se conserver inaltérés pendant 48 heures au moins, malgré une température assez élevée.

Il ne reste donc plus qu'à examiner quelle sera la disposition la plus convenable à adopter, et à rechercher quel est le mérite relatif des solutions proposées.

On peut adopter, pour la macération des cossettes de cannes débitées par le hache-cannes, l'un ou l'autre des systèmes con-

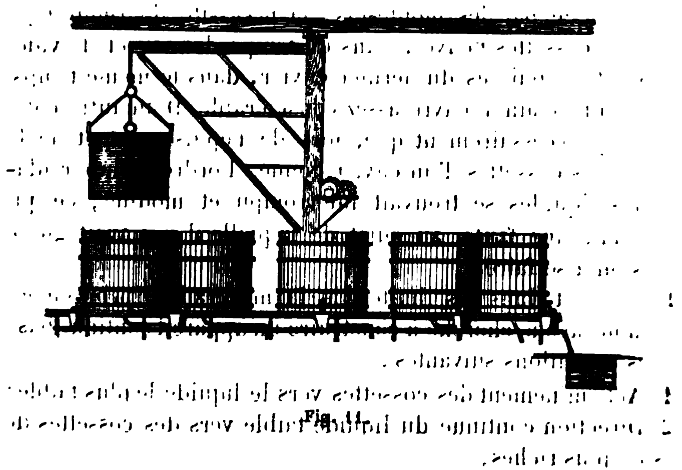


Fig. 11.

nus. Ainsi l'appareil de Delimal (t. II, fig. 16, p. 112) peut donner d'excellents résultats, avec huit cuviers, pourvu que l'on

emploie, comme liquide macérateur, de l'eau à + 75°, tenant en dissolution une proportion suffisante de tannin.

De simples cuviers, en nombre convenable, dans lesquels on ferait circuler le liquide, à la rencontre des cossettes, conduiraient également au but cherché, mais on se trouverait en présence des difficultés de manœuvre que nous avons signalées à propos des cuves de Schützenbach.

Nous n'avons pas à soulever, contre les cuves Robert, du *procédé* dit *de diffusion*, d'autres objections que celles indiquées dans l'examen de cette méthode (t. II, p. 667 et suivantes), et nous admettons que l'on puisse prendre, pour la macération de la canne divisée, tel outillage que l'on voudra, pourvu que les cossettes riches se dirigent vers les liquides pauvres, et ceux-ci vers les cossettes neuves, avec le moins possible de main-d'œuvre. Or, c'est là précisément que se trouve la principale difficulté, celle contre laquelle ont été élevées les critiques les mieux fondées. Ainsi, nous avons établi un système de cuviers, servi par des monte-jus, pour le transport des liquides d'un vase dans tel autre, suivant le besoin. Les cuviers, recevant les cossettes neuves par le haut, étaient munis d'une trappe inférieure ou d'un trou d'homme, à fermeture étanche, pour la vidange des cossettes épuisées; mais cette disposition ne nous a pas satisfait. En outre de la grande dépense de vapeur, exigée par les monte-jus, la nécessité de remplir un cuvier de cossettes neuves, dans un temps donné, et de vider les cossettes épuisées du dernier cuvier, dans le même temps, exigeait une main-d'œuvre assez considérable. D'un autre côté, il arrivait nécessairement que, lors de l'épuisement et de la vidange des cossettes d'un cuvier donné, l'ordre de la circulation des liquides se trouvait interrompu et modifié; ce qui constituait une faute au sujet de laquelle il n'y avait guère d'illusion à se faire.

En restant dans les limites de la macération proprement dite, nous avons cherché à construire un appareil continu, basé sur les conditions suivantes :

1° Acheminement des cossettes vers le liquide le plus faible;

2° Direction continue du liquide faible vers des cossettes de plus en plus riches;

3° Durée suffisamment prolongée de l'opération, pour que les cossettes soient entièrement épuisées à leur sortie;

4° Automatisme du travail et suppression presque totale de la main-d'œuvre.

Dans cet ordre d'idées, nous avons établi l'instrument représenté par la fig. 12.

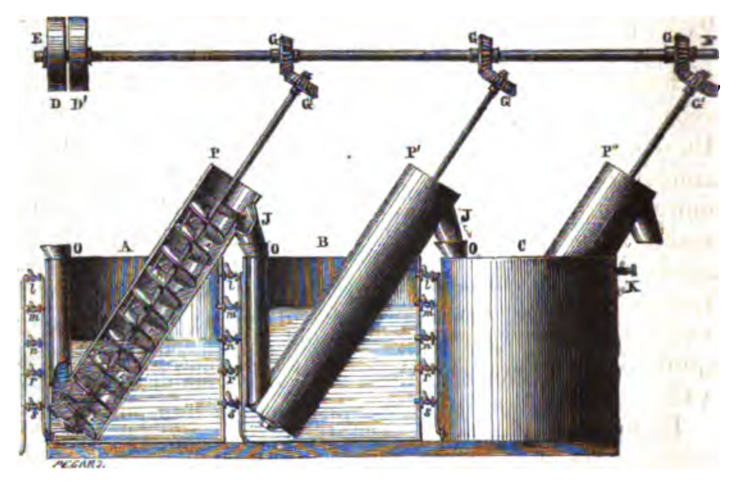


Fig. 12.

Nous empruntons presque textuellement la description de cet appareil au premier volume de notre ouvrage sur l'alcoolisation.

Cet appareil est héliçoïdal... Il est disposé de manière à agir automatiquement une fois qu'il est réglé. Après un certain nombre de vérifications, nous avons reconnu que la disposition verticale de l'hélice, adoptée par MM. Hallette et Boucherie, est fautive dans la pratique. Cette disposition conduit à la nécessité d'une vitesse beaucoup trop grande et, par conséquent, à une plus grande dépense de force; en outre, une partie du liquide se trouve forcément entraînée par le mouvement trop rapide de l'hélice. Nous avons constaté, expérimentalement, que l'inclinaison nécessaire pour un bon travail est d'environ 45° et, après nombre de tâtonnements, nous avons construit notre appareil comme il est représenté par la figure ci-dessus[1].

1. Depuis que ces lignes ont été écrites, nous avons pu vérifier plus exactement la question de l'inclinaison de l'hélice. On peut travailler les cossettes avec une inclinaison de 45°, il est vrai, mais le maximum d'effet, correspondant au minimum de force dépensée, se rapporte à une inclinaison moyenne

Cet instrument se compose d'un nombre suffisant d'éléments A, B, C, indépendants quant à la construction, mais reliés entre eux par les robinets de communication *l, m, n, r, s*, qui serviront à fixer le niveau du liquide macérateur. Dans chaque cylindre, se trouve placé un autre cylindre P d'un diamètre plus petit, incliné à 45°, qui renferme une lame héliçoïdale autour de sa tige. Un conduit vertical O dirige la matière au fond du cylindre de l'hélice. Celle-ci seule est mobile, et elle reçoit le mouvement d'un arbre EF, par les engrenages GG'. Un déversoir J porte la cossette qui a franchi l'hélice dans le conduit O de l'hélice suivante. Enfin, le liquide macérateur, entrant, par le robinet K, dans le dernier élément, va à la rencontre de la matière nouvelle vers le premier élément; le liquide enrichi s'écoule du premier élément, tandis que la matière épuisée sortant du dernier peut être débarrassée de son excès d'eau par le passage dans une presse continue. Le liquide de pression sert à la macération et rentre dans le travail.

En principe, un cylindre macérateur doit contenir d'autant moins d'eau qu'il est plus rapproché du point d'arrivée de la matière. Ce liquide macérateur pénètre dans l'intérieur du cylindre de l'hélice, qui est percé de trous dans les deux tiers inférieurs de sa hauteur. Ces trous sont assez fins pour ne pas laisser passer la matière traitée, et le jeu de l'hélice suffit à l'empêcher de s'obstruer.

Ainsi, l'eau remplissant le dernier élément et y arrivant d'une manière continue par le robinet K, passe dans l'élément B par le robinet intermédiaire *l*, tous les autres restant fermés. Le niveau s'établira en *mm* dans le vase B par la seule précaution d'ouvrir seulement *m* entre A et B. De même, en A, le niveau sera abaissé en *nn*, comme l'indique la figure, par le jeu du robinet *n* sur le siphon de sortie. Aussitôt que le liquide arrive en A, la cossette, venant de l'appareil de division, pénètre dans le cylindre de l'hélice et traverse successivement toutes les pièces de l'appareil, après quoi elle sort épuisée.

Le liquide s'écoule du premier élément avec une densité de 16° à 20° au plus, à laquelle il importe de se fixer dans la pratique. Cette modification ne donne lieu, d'ailleurs, qu'à un détail de construction, et la description reproduite ici n'a pour but que de donner l'idée générale de cet engin de macération.

très-rapprochée de la normale, si l'appareil a été bien réglé. Un régulateur permet de modérer à volonté ou d'accélérer le mouvement des hélices.

L'appareil, une fois réglé, n'a plus besoin de personne, et il fonctionne absolument seul. On comprend, d'ailleurs, que, dans l'application à la sucrerie, on modifie le travail et la forme de cet appareil selon les exigences de la fabrication et du procédé adopté. Ainsi, le liquide macérateur peut être additionné d'une infusion tannante, d'une solution de sucrate de chaux ou de tout autre agent préservateur. Le nombre de vases de macération peut être augmenté selon le besoin, la forme cylindrique peut être modifiée et transformée, mais il faut que la matière mette au moins 45 minutes à traverser l'appareil, en sorte que les capacités doivent être calculées selon la quantité de matière à traiter. On peut adjoindre une presse d'épuisement pour les cossettes macérées, mais nous insistons sur la nécessité d'incliner l'hélice comme il a été dit dans la note de la page 124.

Il est clair qu'un appareil de ce genre, bien exécuté, satisfait aux conditions technologiques d'une bonne macération des cossettes de cannes. L'opération se pratique d'une manière continue, le liquide s'enrichit de proche en proche au contact d'une matière de plus en plus riche, et les cossettes s'appauvrissent en se dirigeant vers le liquide le moins dense. Nous trouvons cependant à objecter contre son emploi la place assez grande qu'il requiert et l'inélégance de ses dispositions.

Les deux appareils de Walkhoff, décrits dans notre deuxième volume (p. 691 et 692), et que nous rappelons au lecteur en exposant les procédés de lévigation, peuvent être très-fructueusement appliqués à la macération des cossettes de cannes, sous la seule condition d'en régler le mouvement de manière à forcer la cossette à séjourner au moins 45 minutes dans les instruments. Il n'y a à résoudre qu'une question peu compliquée de mécanique pour faire de ces lévigateurs deux bons appareils de lévigation.

Observations. — L'utilité de la macération pour l'extraction du vesou ne peut plus être mise en question, et il est certain que, si une plante se prête à une extraction rapide et complète

de ses principes solubles par cette méthode, c'est surtout la canne à sucre, dont la constitution est merveilleusement disposée pour faciliter la pénétration des liquides. Le doute n'est plus permis à cet égard et l'on sait formellement que, à l'aide de huit ou dix cuviers, on peut obtenir plus de rendement que par les moulins les plus chers et les plus compliqués. On ne manque pas non plus d'instruments destinés à faciliter cette opération. Les cuves de Delimal, celles mêmes de Schützenbach, l'appareil de Robert, les engins de Walkhoff, l'appareil que nous avons décrit plus haut, peuvent exécuter le travail nécessaire. Parmi tous ces instruments, on doit préférer ceux qui agissent d'une manière continue en supprimant la presque totalité de la main-d'œuvre.

D'où vient donc que la macération, malgré les immenses résultats qu'elle procure, malgré la simplicité qui en est le caractère essentiel, n'ait pas obtenu plus de faveur près des fabricants de sucre exotique? Cela tient, suivant nous, à plusieurs causes. On s'est imaginé, à tort évidemment, mais avec une ténacité d'opinion remarquable, que les cossettes macérées sont impropres à la combustion; on a prétendu que les vesous de macération sont plus altérables encore que les vesous du moulin, et l'on a allégué toutes sortes de raisons contre l'adoption de ce système rationnel. En cherchant un peu, on trouve, sans trop de peine, que les auteurs de ces allégations, ou du moins ceux dont l'ineptie avide fait tous les efforts possibles pour les propager, sont précisément ceux qui ont intérêt à vendre des outillages complexes et coûteux et qui regardent la sucrerie exotique comme une proie à eux, comme une propriété de leur affaire. Les fabricants de moulins seraient fort marris de voir adopter la macération qui leur ôterait les bénéfices énormes qu'ils sont habitués à prélever sur le sucre de cannes. D'un autre côté, l'apathie trop réelle des planteurs les écarte de tout ce qui est le progrès. Ils veulent un travail tout fait, pour lequel ils n'aient pas besoin de réfléchir...

Nous ne faisons contre la macération proprement dite qu'une seule objection, et cette objection se rapporte au point de vue manufacturier. La macération, pour être complète et donner tous les résultats qu'on doit en obtenir, exige au moins le temps suffisant pour que l'équilibration endosmotique puisse se produire avec certitude. De là résulte la nécessité d'opérer

dans des vases d'une capacité assez considérable, pour peu que l'on ait à traiter, par heure, une quantité notable de matière. Ainsi, en prenant pour base l'emploi de l'appareil de Delimal, si l'on a à traiter 2,000 kil. de cossettes par heure, comme il faut une capacité de 1,700 litres pour 1,000 kil., il sera nécessaire de donner à chaque cuve un volume de 36 hectolitres et chaque panier devra pouvoir contenir 2,000 kil. ou près de 34 hectolitres. On comprend que cette condition soit une cause d'encombrement, et que l'on ait cherché à la faire disparaître en donnant plus de rapidité à l'opération et en agissant par continuité. Mais les appareils par continuité ne sont pas eux-mêmes à l'abri de tout reproche à cet égard, puisqu'ils doivent contenir au moins toute la quantité de cannes que l'on doit débiter en une heure. En effet, les premières cossettes qui pénètrent dans l'appareil devant mettre au moins 45 minutes à le franchir, l'appareil doit pouvoir renfermer au moins toute la quantité de cossettes qui se produira entre l'entrée des premières portions et leur expulsion.

On sent que cette objection apporte une difficulté assez grande dans l'emploi des appareils lévigateurs et dans leur adaptation à la macération. L'instrument que nous avons décrit (page 124), bien que passablement encombrant à raison du nombre des cuviers ou cylindres, est à peu près à l'abri de cet inconvénient, puisque la quantité totale à traiter dans une heure se partage entre six ou huit vases et qu'il suffit, par exemple, que le conduit O et le cylindre de chaque hélice présentent une capacité de 500 litres pour pouvoir faire la macération de 2,000 kil. par heure à l'aide de 8 vases.

Quoi qu'il en soit, tout en conservant à l'égard de la macération proprement dite les opinions que nous avons toujours eues, nous pensons que l'on peut employer la lévigation simple avec plus d'avantages encore, par le fait même de la nature du tissu de la canne, pourvu que l'on exécute avec soin les conditions de cette opération.

Procédés par lévigation. — La lévigation consiste dans un lessivage méthodique de la matière divisée. On se rend un compte très-exact du travail produit en plaçant sur un entonnoir, dans une allonge (fig. 13), ou sur un filtre, une poudre végétale quelconque et en la faisant traverser, à plusieurs re-

prises, par de l'eau plus ou moins chaude, ou par tout autre dissolvant approprié, jusqu'à ce que le liquide n'entraîne plus de matières solubles.



Fig. 13.

Divers appareils de lévigation ont été proposés, et celui de Pelletan est le plus rationnel, au jugement de tous les esprits impartiaux. Nous devons faire observer, cependant, que cet instrument ne peut être appliqué à l'extraction du vesou des cossettes de cannes, et qu'il ne peut être utilisé que pour le traitement d'une matière assez divisée. On n'en comprend l'application pour les cossettes que par un prolongement considérable de la durée de l'opération et, dans ce cas, on ne ferait plus de la lévigation, mais de la macération. Les deux modes d'opérer sont très-distincts. Nous disons donc que le lévigateur de Pelletan (t. II, p. 452) ne pourrait convenir pour les cossettes de toute provenance que dans un cas, celui où la matière séjournerait au moins trois quarts d'heure au contact du liquide extracteur, et que cette condition exigerait de très-grandes dimensions de l'appareil, une grande dépense de force, en ne donnant lieu qu'à des résultats insuffisants. Comme le principe sur lequel il repose est excellent, il s'agit seulement de modifier la matière à traiter pour rendre cet appareil très-utilisable, et l'on verra, dans quelques instants, comment on peut arriver à cette utile modification.

L'*appareil hydro-pneumatique* de M. Moreau-Darluc (t. II, p. 455) requiert une division préalable de la matière, et il ne

semble pas qu'il puisse être disposé pour agir d'une manière continue, bien qu'il produise une très-bonne lévigation, un bon déplacement du jus.

On doit faire encore à l'égard de cet appareil une observation dont nous croyons l'importance capitale, parce qu'il ne semble pas que les expériences aient été faites à un point de vue suffisamment pratique. Il convient de remarquer, en effet, dans la relation de ces expériences, d'abord, que le liquide lévigateur doit traverser la masse à épuiser sous la pression de l'air comprimé, ce qui, dans l'espèce, ne nous semble pas économique. Ensuite il ne paraît pas que, si la durée de six minutes, affectée au passage du liquide, a suffi pour épuiser *à peu près* la matière du sucre isolé, une macération plus longue ne retirerait pas encore des matières solubles demeurées dans les cellules non divisées. Quarante kilogrammes de canne sèche ont fourni 160 litres de jus atténué à 8° B., c'est-à-dire 105 litres à la densité normale. Or, ces 40 kilogrammes représentent environ 150 kilogrammes de cannes fraîches contenant 135 kilogrammes de jus normal. On ne peut s'empêcher de reconnaître une différence assez sensible, qui démontre que l'épuisement n'est pas absolu. Telle n'était pas du reste, si nous nous souvenons bien des faits, la prétention de M. Moreau-Darluc; mais le mode d'extraction qu'il conseillait n'était pas moins de beaucoup supérieur, sous le rapport du rendement, à la plupart de tous les autres. Notre seule objection repose principalement sur la manœuvre assez lente d'un appareil de ce genre, sur les difficultés que présente l'emploi de l'air comprimé, et principalement sur la nécessité de réduire la canne en poudre.

Procédé Legavrian. — En supposant la canne pulvérisée, placée avec de l'eau dans un cylindre, dont la partie inférieure communique avec une source de vide, on comprend que l'on soit en présence des mêmes conditions que dans le procédé précédent, puisque, dans les deux cas, le liquide traverse la matière sous la pression de l'air. Les objections sont les mêmes, et nous croyons qu'il reste fort à faire pour que ces procédés puissent devenir applicables.

On comprend que si la canne est simplement divisée en cossettes, les procédés de macération seuls sont admissibles, et qu'il faut se résoudre à employer un des systèmes préconisés

pour les cossettes de betterave, puisque la matière exige un temps assez long pour céder son sucre, en sorte que l'on retombe dans les idées de Mathieu de Dombasle, reproduites par Schützenbach, Robert et autres. Ces idées, dont l'application à la betterave peut donner de bons résultats, seraient également applicables à la canne dans une certaine mesure, pourvu que le nombre des caisses de macération fût suffisant, et le temps du travail assez prolongé pour amener l'épuisement. Il en résulte la nécessité, comprise par tous ceux qui ont voulu appliquer la macération, d'un outillage assez encombrant, et l'obligation absolue de préserver les jus contre toute altération. C'est précisément à ce point de vue que se sont placés les inventeurs des systèmes de lévigation, et presque tous ont compris qu'il faut nécessairement diviser finement la canne, pour pouvoir l'épuiser en un temps plus court.

Procédé Philippe. — M. Philippe, dont l'appareil a déjà été signalé à propos de la division de la canne, n'a pas cru devoir se soumettre à cette sorte de nécessité, et il a cherché à produire l'extraction du vesou en un temps assez court, tout en divisant seulement la canne en cossettes à l'aide du hache-cannes. Le système d'extraction de cet inventeur faisant partie d'une méthode complète, proposée par lui pour le travail de la sucrerie exotique, nous en donnerons plus loin une description détaillée. Tout ce que nous avons à en dire actuellement, c'est que M. Philippe a combiné dans un seul appareil la division de la matière par le hache-cannes (fig. 9 et 10), la lévigation des cossettes par le trajet dans un cylindre à hélice, et la pression des cossettes lévigées à l'aide d'une presse terminale, dont il sera donné l'idée. Ces dispositions, assurément fort ingénieuses, ne nous paraissent pas devoir soulever d'objections raisonnables en principe, et nous les regardons comme étant de la plus haute utilité pour la sucrerie exotique. En fait, cependant, on ne peut s'empêcher de regretter que l'inventeur n'ait pas ajouté à son instrument un organe destiné à écraser plus complétement les cossettes, par la raison que les tronçons de canne, dans le trajet du cylindre à hélice, sont seulement lavés à l'extérieur, sans qu'ils aient le temps de subir la macération. D'autre part, ces mêmes tronçons, en parvenant dans la presse, sont trop volumineux pour que l'action soit complète.

Il est nécessaire de dépenser une force très-considérable pour les écraser tant bien que mal, entre les parois des deux cylindres de la presse et, comme il reste dans les cossettes, après une lévigation trop rapide, beaucoup de sucre non atténué, le résultat de la pression est loin d'être aussi avantageux qu'il le paraît au premier abord.

Il est donc difficile d'admettre, comme rigoureusement exacte, l'affirmation de l'inventeur lorsqu'il prétend que son instrument enlève la *totalité* du vesou. Il est certain que, même avec l'imperfection signalée, l'extracteur de M. Philippe doit produire des résultats incontestablement supérieurs à tout ce qui se pratique dans la sucrerie de cannes, mais il convient souvent de ne pas aller trop loin dans des affirmations qui peuvent n'être que des espérances.

Si l'appareil lévigateur de M. Philippe agissait sur des cossettes *écrasées*, il est non moins évident que cet instrument pourrait rendre plus de 86 de jus normal pour 100 parties de cannes. On pourrait même atteindre 88 pour 100; mais il ne semble pas possible que, dans un temps aussi court que celui qui est employé par l'inventeur, des cossettes perdent la totalité de leurs principes solubles, même à l'aide d'une pression terminale. Quoi qu'il en soit, l'idée qui a présidé à la construction de cet engin, formé du lévigateur de Pelletan et d'une presse, mérite l'attention des praticiens, et elle peut contribuer puissamment à délivrer la sucrerie exotique du moulin et de ses conséquences.

Procédé de l'auteur. — Au risque d'anticiper de quelque peu sur ce que nous avons à exposer dans l'étude de la sucrerie agricole, et tout en renvoyant le lecteur à cette partie intéressante de notre travail, nous devons ajouter ici quelques mots sur le fonctionnement de notre extracteur continu, dont les organes seront décrits plus loin.

Comme M. Philippe, nous avons réuni dans une même machine la division de la canne, sa lévigation et la pression d'épuisement des résidus. Il existe cependant, entre notre appareil et celui que nous venons de citer, des différences considérables. Ces différences reposent surtout en ceci, que la matière divisée en cossettes est immédiatement écrasée et réduite en pulpe par l'instrument, et qu'une première pression enlève à

cette pulpe la plus grande partie du vesou, ce qui la dispose merveilleusement à subir une lévigation rapide dans le cylindre à hélice. Enfin, cette pulpe divisée, aux trois quarts épuisée, lévigée et imbibée d'eau, est soumise à une pression d'épuisement avant de sortir de l'appareil, en sorte que, par une seule opération continue, la canne est épuisée, à quelques millièmes près, de tous ses principes solubles, et il ne reste plus qu'une bagasse très-pauvre, ressemblant beaucoup à la *tannée*, que l'on peut employer comme combustible. Sans parler donc des différences de construction mécanique, la plus grande valeur de cet instrument, au point de vue de l'extraction, repose sur une plus grande division de la matière et une pression préalable exécutée avant la lévigation[1].

Observations. — Comme le lecteur a pu s'en convaincre aisément, à l'exception de la rasion et de l'emploi des presses hydrauliques, on peut se servir, à la rigueur, pour l'extraction du vesou, de tous les procédés et de tous les outillages appliqués à la betterave.

Nous ne repoussons, en réalité, aucun des appareils de macération, conseillés pour l'industrie indigène, mais nous préférons, au point de vue de la rapidité du travail et du rendement en jus normal, une lévigation rapide, pourvu qu'elle soit préparée par une division suffisante de la matière, et que l'on fasse usage, à titre d'agent préservateur, d'une solution astringente, destinée à prévenir les accidents de fermentation.

En somme, à l'exception des deux dernières dispositions qui viennent d'être indiquées, les travaux des inventeurs, relativement à la canne, se sont bornés à différentes modifications du moulin, et à quelques essais timides pour l'introduction de la macération dans les sucreries exotiques.

On nous pardonnera sans doute de ne pas perdre notre temps et celui du lecteur, en recherchant quel peut être le degré d'inutilité du procédé Possoz et Wilkinson (t. II, p. 678), pour l'extraction du vesou de canne. Les sucrateries de M. Rousseau et le transport des jus à distance nous semblent tout aussi inapplicables.

Procédés relatifs à la purification du jus. — Nous

1. Voir plus loin, *Méthodes d'ensemble. Sucreries agricoles.*

ne voulons pas terminer ce paragraphe sans rechercher, aussi rapidement que possible, quel peut être l'avantage présenté à la sucrerie exotique par les procédés les plus importants de ce groupe, dont les inventeurs, malgré leurs échecs en Europe, ou à cause de ces échecs mêmes, cherchent souvent des compensations dans la sucrerie de cannes.

Il est rare, en effet, qu'un procédé, n'ayant pas réussi en Europe, et dont la puérilité a été démontrée, ne soit pas offert à la sucrerie exotique avec l'accompagnement obligé de louanges et de réclames. N'a-t-on pas vu les tentatives, faites par M. Rousseau, pour faire adopter aux colonies l'emploi du sesquioxyde de fer, comme agent de défécation? Les colons ne se sont-ils pas jetés, sans réflexion aucune, dans l'emploi des sulfites, et ne prendraient-ils pas encore toutes les drogues possibles, pourvu qu'elles fussent recommandées par les journaux? C'est précisément cette tendance qui nous conduit à examiner la valeur des procédés de purification applicables à la canne, afin de prémunir les planteurs contre des supercheries dont ils pourraient être victimes..

Procédés de défécation. — Nous conseillons avant tout aux fabricants de sucre exotique de se bien pénétrer des principes généraux relatifs à la purification du jus (t. II, p. 115), s'ils tiennent à se rendre un compte exact de ce qu'ils ont à faire, de ce qu'ils peuvent adopter sans inconvénient, ou de ce qu'ils doivent rejeter sans hésitation.

La défécation simple, la défécation double, la défécation trouble peuvent s'appliquer au vesou de canne comme au jus de betterave, en sorte que, de ce chef, nous nous contenterons de faire remarquer ce fait, que la composition du vesou est loin d'exiger une proportion de chaux aussi considérable que celle employée pour le jus de betterave.

Procédés pour l'élimination de la chaux. — Ce que nous avons dit du procédé d'Achard, du procédé de Derosne et Howard, du procédé Boucher, du procédé Claës, suffit pour faire repousser entièrement ces procédés par la sucrerie exotique (t. II, p. 711 et suiv.). L'emploi de l'acide sulfureux, conseillé par M. Dubrunfaut, serait aussi nuisible qu'inutile au vesou, et il ne nous semble pas nécessaire de nous arrêter à ces inven-

tions, qui ne présenteraient aucun avantage sur les jus de canne. Nous faisons les mêmes observations sur le procédé Mialhe, le procédé Krüger, et les raisons scientifiques que nous avons données au sujet de ces procédés paraissent suffisantes pour servir de base à une appréciation rationnelle.

Procédé Garcia. — Quoique l'invention de M. Garcia ait eu d'abord le vesou pour objet, il n'en est pas moins vrai que c'est principalement sur le jus de betterave que les vérifications en ont été faites. Or, si l'emploi du savon est trop coûteux en Europe, n'en est-il pas de même, à plus forte raison, dans les contrées où l'on exploite la canne? Moins encore que le fabricant européen, le fabricant de sucre exotique ne peut songer à préparer lui-même le savon nécessaire, et l'introduction de la soude dans les vesous n'aurait d'autre résultat que de gâter un jus sucré dont l'excellence et la pureté sont hors de question. Ces observations, au moins en ce qui se rapporte au prix de revient trop élevé, s'appliquent également au procédé Wagner, et l'emploi de l'acide oléique pour l'élimination de la chaux ne conduirait qu'à produire des sucres de mauvais goût, en augmentant les dépenses de la fabrication.

Procédé Rousseau. — En ce qui concerne le traitement des vesous chaulés par le sesquioxyde de fer et par le sulfate de chaux, quand même ce procédé aurait été jugé favorablement en Europe, ce qui n'est pas, nous ne verrions pas en quoi il peut être utile d'introduire du plâtre dans les vesous et de donner lieu à des dépôts considérables sur les appareils. Nous avons dû renoncer nous-même, en présence des inconvénients qui en résultaient, à nous servir du sulfate de fer comme agent de clarification et d'élimination de la chaux, malgré la netteté de l'action obtenue et la beauté des jus produits par cet agent. C'est que, pendant toute la suite du travail, au moins jusqu'après la concentration, on se trouve en présence du sulfate de chaux, qui forme dans les jus un précipité amorphe, et qui, se déposant sur toutes les surfaces de chauffe, finit par empêcher la transmission du calorique. Cette observation s'applique également au procédé Kessler et à l'emploi du sulfate de magnésie.

Noir déféquant Leplay. — Nous n'ajouterons qu'un mot à ce

qui a été dit sur le noir sodique de M. Leplay, et sur le conseil donné par M. Possoz d'employer le carbonate de soude à l'élimination de la chaux, selon ce qu'il appelle sa méthode, et dont il a revendiqué la propriété par un brevet. Il est certain que les carbonates alcalins éliminent la chaux, sous forme de carbonate, dans les jus chaulés; il n'est pas moins certain qu'il se forme du sucrate alcalin à la place du sucrate de chaux, et que les alcalis entraînent dans les mélasses une quantité de sucre plus considérable que la chaux elle-même; il est également hors de doute que les alcalis dissolvent très-rapidement les matières albuminoïdes et contribuent à augmenter l'impureté des sirops, c'est-à-dire à multiplier les difficultés de la cristallisation. Il n'est pas un planteur, ayant eu affaire à des cannes salées, qui ne comprenne la difficulté du traitement des vesous alcalins, et nous déclarons très-nettement que, à nos yeux, le conseil d'introduire des alcalis dans les jus n'est pas seulement une absurdité technologique, mais encore une mauvaise action.

Procédés de carbonatation. — Comme il résulte de notre étude de la carbonatation, l'emploi de l'acide carbonique appartient au domaine public, et chacun a le droit de faire usage de cet agent, de la manière qui lui convient le mieux. Nous ne reviendrons donc point sur les observations faites à l'égard des prétentions de MM. Rousseau, Périer et Possoz, Frey et Jellinek et autres, et nous nous contenterons de dire que le procédé Barruel a mis l'emploi de l'acide carbonique à la disposition de tous les fabricants de sucre, que le fractionnement de la chaux et de l'acide carbonique sont devenus du domaine commun, au moins depuis 1855, par suite des observations de Michaëlis, et qu'il n'est aucun fabricant d'appareils, aucun chimiste, qui puisse aujourd'hui apporter la moindre entrave au libre emploi de ce merveilleux agent. Donc, l'introduction de l'acide carbonique dans les jus pour l'élimination de la chaux est de droit inattaquable. Comme cet agent produit des effets aussi complets qu'on peut le désirer, qu'on peut l'obtenir de la façon la plus économique, et que, enfin, on doit considérer la carbonatation des jus chaulés comme un des progrès les plus réels de la sucrerie, on ne comprend pas qu'il existe encore des fabricants chez lesquels la saturation ne soit pas en usage.

Il ne peut, en effet, se présenter que deux circonstances générales, celle où le fabricant achète le peu de chaux qui lui est nécessaire, et celle où il la produit lui-même. Or, nous disons que, dans le premier cas, on a toujours de l'acide carbonique pour rien, puisqu'il faut toujours produire de la chaleur par la combustion, et qu'avec une pompe de construction élémentaire, un réfrigérant quelconque et un laveur, on peut toujours aspirer cet acide carbonique pour l'envoyer dans les jus avec une pureté suffisante. La question est encore plus facilement résolue dans le second cas, puisque la fabrication de la chaux par la décomposition du calcaire fournit une quantité d'acide carbonique plus que suffisante. Il n'y a donc pas de raison plausible pour reculer devant l'emploi d'une quantité de chaux convenable pour opérer une défécation complète, puisqu'on est toujours le maître d'éliminer cette chaux sans frais notables, aussi complétement qu'on le désire.

Quelle est donc la raison pour laquelle certains fabricants de sucre exotique reculent encore devant l'emploi de l'acide carbonique comme agent éliminateur de la chaux? Nous croyons l'avoir saisie, et nous ne faisons aucune difficulté d'exposer à ce sujet notre manière de voir. A la vue des monuments en fer, des pompes puissantes, des transmissions de mouvement coûteuses que les chaudronniers et leurs ingénieurs proposent pour la carbonatation, en présence d'un outillage qui conduit à des dépenses énormes, si le fabricant n'est pas obligé de se livrer, pieds et poings liés, à des spéculateurs sans conscience, il s'arrête et préfère se priver d'un agent utile plutôt que d'entrer dans une voie désastreuse. Avec le prix d'une installation de carbonatation, comme les constructeurs la comprennent pour leur plus grand intérêt, et au grand dommage de la fabrication, on pourrait construire une sucrerie entière. Quelques mots de calcul suffiront pour faire comprendre la situation et permettre aux fabricants de se mettre à l'abri d'une exigence intolérable.

Soit une fabrique traitant 100,000 kil. de cannes en 24 heures. Soit encore cette quantité produisant, par une extraction complète, 100,000 litres de vesou, plus ou moins atténué. Quel que soit le traitement suivi, ce vesou n'exigera jamais plus de 5 millièmes de chaux, c'est-à-dire 500 kil. De cette quantité, il restera à peine le tiers dans les jus, en sorte que l'on n'aura

jamais à éliminer plus de 160 à 170 kil. de chaux. Admettons, si l'on veut, 200 kil., pour tenir compte des alcalis. Or, cette quantité n'exige que 158 kil. d'acide carbonique, qui correspond à 359 kil. de calcaire supposé sec. Or, les 500 kil. de chaux nécessaires à la défécation exigent 922 kil. de calcaire, et cette quantité, à la densité de 2,8, ne correspondant qu'à 330 litres ou un tiers de mètre cube de calcaire, vides non compris.

Pour une telle fabrication, il suffit donc d'un petit four à chaux, d'une capacité intérieure de deux mètres cubes au plus, dont on retire tous les matins le tiers de la charge, comme suffisamment calcinée, pour la remplacer par un tiers de calcaire neuf, par l'orifice de chargement, et un appareil de cette grandeur, avec la pompe aspirante et foulante nécessaire, le récipient laveur pour le passage du gaz, ne représente pas une dépense supérieure à sept mille francs, en comptant au plus large. Cette dépense serait beaucoup plus faible encore, si l'on n'avait qu'à puiser l'acide carbonique dans les carneaux des foyers, et l'on voit combien sont exorbitantes les prétentions des constructeurs à la mode, et combien leur influence est fatale aux progrès de la sucrerie.

Indépendamment des raisons que nous avons déjà fait valoir au sujet de l'inutilité du noir, considéré comme agent de décoloration, nous ferons observer que cette substance ne peut être mise en comparaison avec l'acide carbonique pour l'élimination de la chaux, puisque celui-ci peut la séparer entièrement, sans dépense sensible, tandis que le noir est un agent aussi coûteux qu'infidèle. D'un autre côté, dans le travail même de la carbonatation, et en dehors des considérations de méthodes, on peut pousser la décoloration aussi loin qu'on le désire. Il suffit, en effet, d'introduire quelque peu de chaux à mesure que la saturation s'effectue, jusqu'à ce qu'on soit arrivé au point convenable pour le but proposé. Pour les vesous de canne donc, comme pour les jus de betterave, la carbonatation bien faite permet de supprimer le noir, garantit la séparation de la chaux et procure une décoloration d'autant plus grande que les vesous sont naturellement assez peu colorés.

Emploi de l'alcool dans la sucrerie exotique. — Les raisons qui militent contre l'adoption de l'alcool en sucrerie, en tant

qu'agent de purification, ne semblent pas amoindries par le fait de la situation particulière de l'industrie exotique. Pas plus dans les colonies et dans les contrées où l'on récolte la canne qu'en Europe, l'alcool ne précipite la totalité des matières étrangères d'un vesou ou d'un sirop, et nous ne voyons qu'une seule raison en vertu de laquelle on puisse songer à l'emploi de ce réactif. Cette raison consiste dans un prix de revient moins élevé et dans l'absence des impôts qui écrasent le marché des alcools indigènes. Malgré la différence qui en résulterait, nous persistons à penser que le procédé de M. Périer (t. II, p. 743) serait d'une application trop coûteuse et que les résultats à obtenir ne compenseraient pas la dépense à faire.

Procédés relatifs à la conservation des vesous. — Si l'on a accordé de l'importance à la conservation du jus de betterave, on doit reconnaître, à plus forte raison, que les vesous, par suite de leur plus grande altérabilité et de la température des climats où on les traite pour sucre, exigent impérieusement l'emploi d'agents préservateurs. Cette nécessité a été tellement sentie par les fabricants qu'on les a vus donner, tête baissée, dans les élucubrations les plus bizarres. Le procédé dit de Melsens a été étudié (t. II, p. 748), et il n'est guère besoin de revenir sur une spéculation dont le seul but était de faire de l'argent, au risque de ce qui pourrait arriver de pire pour les dupes. Il fallait, en effet, une grande outrecuidance pour oser proposer à la fabrication, comme une invention personnelle, l'emploi de l'acide sulfureux ou des sulfites, après les travaux de Proust, de M. Drapiez, après les échecs de Perpère et ceux de M. Dubrunfaut. L'*inventeur* Melsens était certainement encore plus audacieux que l'inventeur Rousseau, et il avait dû compter sur la crédulité extrême des colons et leur ignorance des faits de la sucrerie. Cette affaire n'a obtenu, il est vrai, qu'un demi-succès, mais c'était plus encore qu'elle ne méritait et ne devait prétendre, car les fabricants auraient dû comprendre que si l'acide sulfureux fournit de l'acide sulfurique en présence des matières organiques, les sulfites se changent en sulfates dans un grand nombre de circonstances et abandonnent le plus souvent leur acide sulfureux, qui subit alors une oxydation dont les effets sont désastreux. Pour le plus grand bénéfice du *savant* belge, ils n'ont pas vu la vérité des faits. Ils se sont contentés de con-

stater que l'acide sulfureux et les sulfites arrêtent la fermentation et blanchissent les vesous, et cela leur a suffi. Il est bien triste, en vérité, d'avoir à constater de semblables aberrations et de mesurer le degré auquel peut s'élever la puérilité humaine. Ainsi que nous l'avons déjà fait observer, l'addition de la chaux aux vesous (*procédé Maumené*) est le seul moyen rationnel qui ait été proposé pour arriver à une conservation complète du vesou, sans courir le risque d'altérer le sucre qu'il tient en dissolution. Il importe cependant de faire à ce sujet une observation de pratique. Lorsque l'on n'a pas pour but de conserver les jus pendant un temps considérable, le chaulage ordinaire, à 4 ou 5 millièmes, suffit parfaitement pour les mettre à l'abri de la fermentation, mais il est loin d'en être ainsi lorsque l'on vise à une conservation prolongée. En effet, lorsque dans un vesou ou un jus sucré, il se trouve des matières gommeuses ou des substances grasses, quand on y rencontre des traces d'alcalis, bien que la fermentation alcoolique ne puisse se faire, on n'est pas moins exposé à la dégénérescence lactique et à l'altération visqueuse. Chacun sait que c'est sur ce fait technique que repose la préparation de l'acide lactique et, à moins qu'on n'emploie un très-grand excès de chaux, les jus ne sont préservés que momentanément. Cela suffit dans la plupart des cas, lorsque l'on veut parer aux inconvénients d'un chômage accidentel et, si on a le soin d'introduire, même à froid, dans le bac de repos où s'écoulent les jus d'extraction, assez de chaux pour les alcaliniser, on ne risque guère à les laisser en cet état pendant un jour ou deux. Cette précaution répond, en général, aux exigences de la pratique; mais, cependant, nous pensons qu'il y a mieux à faire, et que l'élimination effective des matières albuminoïdes et du ferment par l'action des astringents est encore de beaucoup préférable au palliatif du chaulage. Il n'y a pas ici de procédé Melsens à rétribuer, pas de drogues chimiques à acheter. Les substances tannantes existent en abondance dans tous les pays du monde, et il suffit d'employer celles qui ne renferment point de principes vénéneux, pour être à l'abri de tout inconvénient. En laissant infuser dans l'eau chaude l'une quelconque de ces substances, et ajoutant le liquide de l'infusion au jus sucré, jusqu'à ce que la liqueur de mélange noircisse les sels de fer, non-seulement on précipite les matières albuminoïdes et le fer-

ment, mais encore on fait passer à l'état insoluble le plus grand nombre des sels minéraux qui se trouvent en solution. Il y a là une défécation presque complète et, lorsque les dépôts se sont effectués, une simple décantation est suffisante pour mettre la liqueur à l'abri des altérations pendant un temps considérable. Ce moyen, si simple et si rationnel, ne coûte que la peine d'être employé, et si l'on veut se reporter à l'un des faits les plus intéressants de l'œnologie, on en comprendra facilement toute la portée. En effet, pour qu'un vin soit conservable, il suffit qu'il renferme assez de tannin pour éliminer la matière azotée, et c'est précisément à cette circonstance que les vins du Bordelais doivent leur conservabilité. Il est même facile de communiquer cette propriété à tous les vins, puisqu'il suffit de les laisser plus longtemps en contact avec les pépins pour leur donner une astringence convenable. Il y a plus : nous avons vu des jus sucrés acidules, comme ceux de cerises, de fraises ou de framboises, dont l'altérabilité est très-grande et la décomposition rapide, devenir très-rebelles à la fermentation, lorsque les matières albuminoïdes en avaient été séparées par l'addition d'un peu de tannin. Nous avons conservé, pendant plusieurs semaines, du vesou provenant de cannes d'Algérie, sans aucune trace d'altération, sous l'influence du même moyen, et nous en conseillons nettement la pratique, non-seulement lorsqu'il s'agit de conserver les jus pendant un certain temps, mais encore dans la fabrication courante, comme moyen certain de défécation préalable. Nous ajoutons que, en dehors de l'emploi des astringents surtout, ou d'un chaulage très-large, il n'existe aucun moyen inoffensif de conservation des jus, et que les prétendus procédés offerts à la fabrication moyennant argent, pour atteindre ce but, ne sont autre chose que des spéculations malsaines.

Procédés de transformation des alcalis. — Nous engageons le lecteur à se reporter à ce qui a été exposé à ce sujet dans le second volume de cet ouvrage (page 751); mais, cependant, il est utile d'ajouter quelques observations complémentaires relativement au traitement des vesous. Laissant de côté l'idée fantaisiste de MM. Périer et Possoz, qui n'ont pas eu même à cet égard, comme, d'ailleurs, dans tout le reste, le mérite de l'invention, on doit protester énergiquement contre tout emploi des chlorures solubles, quels qu'ils soient, pour la transforma-

tion des alcalis. Ainsi, le procédé Michaëlis, aussi bien que le procédé Siemens et Breunlin, doit-il être redouté des fabricants, dans toutes les circonstances possibles où l'application en serait conseillée. Toutes les fois que l'on introduit le chlore dans un jus sucré, quelle que soit la forme de cette introduction, on augmente considérablement la proportion du sucre entraîné dans les mélasses, on diminue la quantité du produit, sans que la beauté du résultat amoindri fasse aucunement compensation. Il n'y a pas ici de parti pris; il s'agit de la constatation d'un fait, en présence duquel tous les spécialistes impartiaux sont d'accord. Il ne reste donc, parmi les procédés indiqués et soumis à l'expérience, que la transformation des alcalis en phosphates, dont les résultats avantageux aient été dûment observés. C'est que, en effet, les phosphates alcalins sont de la plus grande fixité, qu'ils laissent le sucre se cristalliser d'une manière complète, et que, suivant les observations les plus rigoureuses, ils ne donnent lieu à aucune transformation de la matière saccharine. Ces agents seuls, parmi tous ceux qui ont été conseillés, sont réellement inoffensifs sur le sucre, à toute température et dans toutes les circonstances.

Quant au mode d'application de ce procédé général qui consiste à transformer les alcalis en phosphates pour soustraire le sucre à leur action nuisible, on comprend que toutes les méthodes proposées puissent atteindre le but; mais il importe de diriger son choix vers les moyens les plus simples et les plus rapides.

Comme nous l'avons déjà exposé, le moyen le plus simple et le plus économique à employer consiste à introduire de la solution de phosphate acide de chaux dans les vesous chaulés et saturés, jusqu'à ce qu'il se soit produit une très-légère acidité, faisant varier le papier bleu de tournesol vers la couleur *fleur de lin* ou *violette de Parme;* on neutralise le faible excès de phosphate employé par l'ammoniaque. On porte un instant à l'ébullition et l'on sépare le dépôt par le repos ou la filtration.

C'est ici le lieu de compléter ce qui a été dit au sujet du phosphate d'ammoniaque, qui est devenu l'objet d'une honteuse spéculation. Les craintes de quelques timorés, absolument étrangers à la sucrerie, qui redoutaient l'action imaginaire du phosphate soluble de chaux, considéré comme possédant une réaction acide, ont tourné les esprits vers le phosphate ammo-

niacal. Il est clair que ce produit coûte plus cher que le biphosphate de chaux, et il est non moins évident qu'il ne fournit pas de réaction appréciable par son introduction dans les jus, puisque l'addition d'une solution alcaline dans une liqueur alcaline ne peut fournir d'indices de saturation que dans le cas où il se formerait des précipités déterminés. Tous les chimistes nous comprendront sans discussion; mais nous n'en devons pas moins signaler les manœuvres abusives que l'on a employées dernièrement. On a créé, pour les besoins de la sucrerie, un phosphate d'ammoniaque, que l'on a décoré du nom de *tribasique*, et dont l'emploi exagère encore les défauts que nous venons de signaler. Des industriels *prussiens*, résidant à Paris, ont créé sur ce thème une production considérable de cette matière et, ce qu'il y a de plus triste, c'est qu'il s'en est acheté et qu'il s'en achète des quantités importantes. Il est cependant facile de voir que, plus il entre d'ammoniaque dans un phosphate, plus il est cher et moins il a de résultats réels, puisque l'action attendue est proportionnelle à la quantité d'acide phosphorique. Nous n'en dirons pas davantage à cet égard, persuadé que nous sommes de ne rien pouvoir contre une sottise aussi grande. Nous n'empêcherons pas les fabricants de sucre de prendre les vendeurs de produits chimiques pour des chimistes, ou de confondre les chaudronniers avec les ingénieurs.

Le procédé de phosphatage de M. A. Reynoso, qui est le même que celui de Dominique, serait de tout point le meilleur à employer, tant au point de vue de la neutralisation des alcalis que par l'action décolorante qu'il exerce, si l'on disposait d'un moyen sérieux pour séparer le précipité d'alumine. Cette objection, malheureusement trop fondée, ne semble pas avoir encore rencontré de réponse satisfaisante.

Procédés relatifs aux traitements des résidus. — Ce qui a été dit dans notre second volume au sujet du procédé Margueritte, des procédés barytiques et des traitements par la chaux ne laisse rien à ajouter à l'égard du traitement des mélasses de canne, et nous renvoyons à plus loin les explications nécessaires relativement à l'osmogène de M. Dubrunfaut.

Il semble cependant acquis à la discussion, malgré de nouvelles tentatives faites pour régulariser l'emploi des acides

sur les mélasses, que, après trois cuites ou trois cristallisations, le mieux à faire pour les fabricants de sucre exotique consiste à distiller leurs mélasses, ce qui est, à la fois, le plus profitable et le plus économique. Cette question sera d'ailleurs élucidée en son temps, mais il semble que les efforts des chimistes devraient se porter vers la séparation effective des alcalis sans emploi de l'alcool, et que cette simple mesure permettrait d'obtenir, par cristallisation directe, la plus grande partie du sucre contenu dans les mélasses.

Dans tous les pays où le combustible ne manque pas, le meilleur emploi de la bagasse épuisée consisterait dans la restitution de cette matière au champ producteur, et dans sa transformation en engrais. On obéirait ainsi à cette loi universelle de restitution, à laquelle on est forcé quand même de se soumettre, et l'on éviterait aisément les inventions anti-agricoles, dont les auteurs nous présentent les engrais chimiques comme le type le plus avancé. Il est certain, pour nous, que l'emploi du guano est une cause fatale de stérilisation des terres, que l'addition de cette matière ne doit se faire que sur les engrais ordinaires, à titre d'excitant et à petites doses; qu'il en est de même des compositions des Allemands et de M. Ville, ainsi que de toutes les drogues offertes par le commerce à la crédulité des agriculteurs. Avant tout, quand même on se déciderait à faire un usage très-modéré d'engrais chimique, on doit repousser absolument toutes les substances qui peuvent avoir une action nuisible sur la production saccharine. Les matières trop azotées, les sels de soude et de potasse, les chlorures en général, doivent être rejetés d'une saine pratique.

La démonstration de ce qui précède est facile. Puisqu'il faut restituer au sol producteur ce qui lui a été enlevé, on comprend que, en ajoutant aux bagasses et aux composts les vinasses provenant de la distillation des mélasses, l'engrais qui proviendra de ce mélange reportera à la terre tout ce qu'elle a produit, moins le sucre, et qu'il ne sera plus nécessaire que de substituer à ce produit une quantité équivalente de matières végétales. Qu'on ajoute à cela les déjections animales, une dose bien calculée de phosphates, non alcalins, une faible quantité de guano, ou d'autres matières azotées, on produira facilement une proportion d'engrais équivalente à la récolte; on maintiendra le sol en activité, et l'on sera assuré de produits abondants,

pourvu que l'on ne néglige pas les travaux de culture, d'aération du sol, d'ameublissement, d'assainissement et d'irrigation, suivant les circonstances.

Méthodes d'ensemble. — La sucrerie exotique n'a pas été l'objet de recherches assez consciencieuses ni assez prolongées pour que l'on ait à décrire beaucoup de méthodes qui lui soient applicables. On ne sera pas tenté, pensons-nous, de considérer comme une méthode générale le procédé de Barruel, emprunté et raccommodé par M. Rousseau, pas plus que l'on ne peut regarder comme une méthode le procédé dit de Frey et Jellinek, dont la participation Périer, Possoz et Cail a su se servir pour faire de l'argent. Le premier de ces procédés ne porte que sur une des phases de la fabrication : l'emploi d'une plus grande proportion de chaux à la défécation et la neutralisation de cette chaux par l'acide carbonique. C'était là l'invention de Barruel, devenue de domaine public, appartenant à tout le monde, et toute l'éloquence des frères Rousseau, lorsqu'ils proclamaient les avantages de leur prétendu système, n'a pas pu faire un ensemble méthodique de ce qui s'appliquait à un acte de détail. De même le procédé de la participation ne vise guère que la carbonatation, que ses auteurs entendent exécuter par fractions, exactement comme le faisaient Frey et Jellinek. En somme, ce sont là des procédés, bons ou mauvais, appartenant ou non à ceux qui ont eu l'audace de se les approprier; mais ce ne sont point des méthodes. Il faut admettre l'étrange abus de langage que l'on observe en Europe depuis le premier quart du dix-neuvième siècle, pour consentir, fût-ce pour un instant, à appliquer l'idée de généralisation à de simples détails dont le mérite et la propriété légitime restent souvent à démontrer. Il en est encore de même de la plupart des autres procédés que nous avons étudiés. Un tel s'occupe de l'extraction des jus. Qu'il réussisse ou ne réussisse pas, il abandonne tout le reste, ou plutôt il reproduit en totalité ce qu'ont fait ses devanciers, tout en écrivant, en grosses lettres, dans les prospectus : méthode spéciale. Un autre en fait autant et ne se préoccupe en rien de l'ensemble de la fabrication, mais du chaulage, ou de la carbonatation, ou de la purge, etc.; d'autres ont eu en vue les modifications de tels ou tels des engins connus, modifications qui ne sont le plus souvent que des

emprunts, des plagiats, des replâtrages. Il n'y a pas de méthodes dans tout cela.

On doit entendre, par une méthode de sucrerie, l'ensemble organisé des moyens propres à extraire le jus, à le purifier, à le concentrer et à séparer le sucre des sirops. Sans doute, il n'est pas nécessaire que tout soit nouveau, inédit, dans tout ce qui fait partie d'une méthode; certaines phases, certains procédés, dont l'expérience a consacré l'exécution, ressembleront à tout ce qui se fait ou peut se faire, mais il importe que l'auteur d'une méthode proprement dite ait prêté la plus grande attention à toutes les parties du travail manufacturier, qu'il ait modifié, amélioré toutes les parties susceptibles de perfectionnement, et que rien n'ait échappé à son investigation. Il ne suffit pas de dire qu'on chaule les jus à froid ou à chaud, ce qui est de droit commun, qu'on les carbonate en deux ou plusieurs fois, ce qui est encore de domaine public, pour avoir créé une méthode, un système, un ensemble.

Méthode A. Philippe fils. — Dans le système créé par M. A. Philippe fils, ingénieur à Paris, dont la fabrication ne s'est point assez occupée à notre sens, nous rencontrons les qualités réelles qui distinguent une méthode d'un simple procédé, et nous regrettons vivement que les idées très-pratiques de l'auteur n'aient pas été appréciées comme elles le méritaient. M. Philippe a embrassé dans ses études quatre objets très-importants pour la sucrerie; il s'est occupé de l'extraction du vesou, de la concentration de ce produit, de la cuite en grains dans le vide et, enfin, de l'utilisation des bagasses comme combustible. Toutes les questions physiques de la sucrerie ont été étudiées par cet inventeur, et si, dans son système, il laisse quelque chose dans l'ombre, c'est surtout le côté chimique, la question de purification du jus et celle de sa conservabilité.

Au point de vue de l'extraction du jus, l'auteur veut la produire par lévigation. Ce mode d'opérer conduit à une rapidité plus grande. M. Philippe rejette le râpage pour deux raisons : l'opération est très-difficile, pour ne pas dire impossible, et l'altération de la pulpe de canne est extrêmement rapide; il veut faire la lévigation à chaud et opérer la neutralisation des ferments et des acides de la canne. Il entend diviser la canne en cossettes de trois à quatre millimètres d'épaisseur, faire

subir la lévigation à ces cossettes et compléter cette action par une pression énergique, pour obtenir la totalité du sucre de la canne. Le hache-cannes de M. Philippe est représenté par la figure 14, et il consiste, suivant la description que nous empruntons à M. Armengaud, en une sorte de coupe-racines double, c'est-à-dire composé de deux plateaux en fonte A et A', calés sur un même arbre B, muni d'une poulie fixe *p*, qui lui communique le mouvement, et d'une poulie folle *p'* pour recevoir la courroie motrice lorsque l'on veut amener l'arrêt.

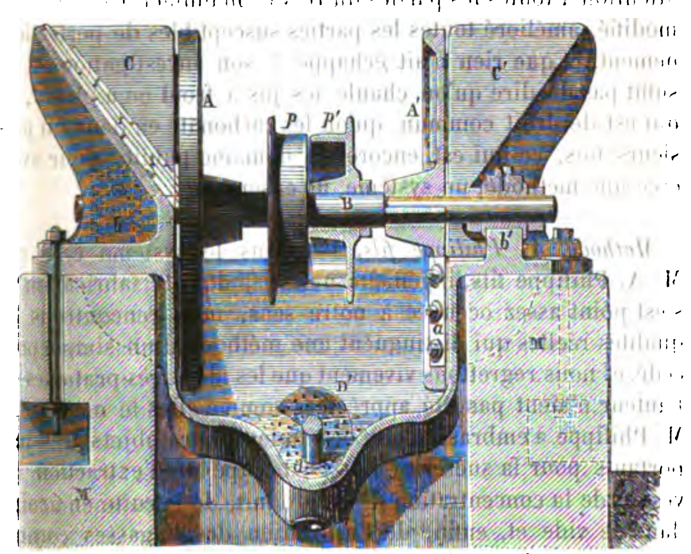


Fig. 14.

L'arbre B tourne dans les coussinets en bronze de deux paliers *b* et *b'*, dont les cuvettes sont fondues avec une sorte de cuvette D' destinée à recevoir les produits divisés, et qui sert en même temps, par ses larges rebords, de plaque d'assise à l'appareil; ces rebords, en effet, sont boulonnés sur le massif en maçonnerie M, avec les deux trémies en fonte C et C' dans lesquelles on jette la canne par brassées.

Ce qui produit la division en rouelles, ce sont les quatre couteaux *a*, fixés sur des surfaces inclinées ménagées sur la face des plateaux comme on le voit particulièrement sur le détail

de la figure suivante et, au pied de chaque plan incliné, une fente est ménagée pour l'échappement des rouelles qui peuvent alors tomber dans la cuvette D'.

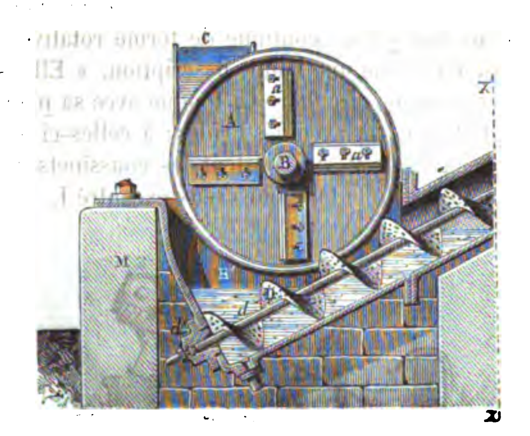


Fig. 15.

Les cossettes, ainsi obtenues par l'action du hache-cannes, et arrivées dans le fond incliné de la cuvette, commencent à subir la lévigation. La forme de cette cuvette est telle, que « par une bride, elle vient se raccorder avec le tube cylindrique en fonte (fig. 15), qui sert d'enveloppe à la vis *u*. Celle-ci est en tôle perforée, et son arbre en fer *d* tourne par son extrémité inférieure sur un pivot à lentille et à vis de réglage...; l'extrémité supérieure tourne dans un collet en bronze, ajusté dans le couvercle même de l'enveloppe, et elle est munie d'une vis sans fin, qui reçoit le mouvement d'une roue à denture héliçoïdale, dont l'axe porte la poulie E (fig. 16), actionné par un des arbres de l'usine.

« On remarque aussi vers le sommet de l'enveloppe deux espèces de petites boîtes en fonte, qui sont destinées à recouvrir de petits orifices, par lesquels les liquides, arrivant par les tuyaux F et F', sont projetés à l'intérieur sur les spires de l'hélice. »

Cette vis héliçoïdale est, à proprement parler, l'instrument unique de la lévigation des cossettes, et l'on comprend que les tronçons de canne, séparés par l'instrument de division, franchissent très-aisément le tube qui renferme l'hélice, en s'imbi-

bant plus ou moins des liquides qu'ils rencontrent, de manière à subir une osmose plus ou moins complète. Nous nous abstenons, pour le moment, de toute autre observation. Lorsque les cossettes sont arrivées à l'extrémité supérieure de l'hélice, elles tombent dans une presse continue de forme rotative, dont le *Génie industriel* donne une bonne description. « Elle se compose d'une enveloppe circulaire G, fondue avec sa plaque d'assise G', la trémie G" et avec des brides; à celles-ci sont boulonnés les deux fonds H, qui portent les coussinets de l'arbre H', sur lequel est calé le tambour creux excentré I.

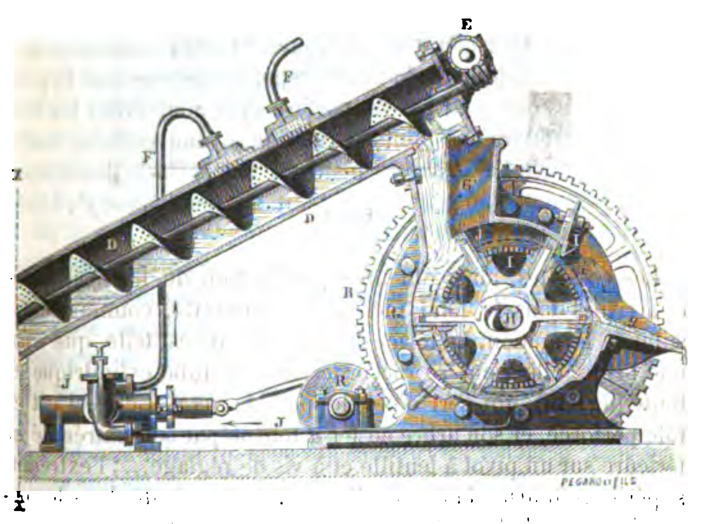


Fig. 16.

« C'est celui-ci qui fait l'office de presseur, en entraînant, au moyen de six palettes en bronze *j*, dont il est porteur, les rouelles de cannes déversées par la vis dans la trémie, qui viennent occuper successivement des espaces de plus en plus étroits, entre l'enveloppe et la périphérie du tambour, pour être enfin expulsées par le dégorgeoir *g*, disposé à cet effet à l'endroit de l'enveloppe qui, du point le plus étroit, va en s'élargissant.

« Le tambour *i* est en fonte, et sa paroi percée d'une multitude de petits trous qui, à la phériphérie, débouchent dans des gorges circulaires parallèles, recouvertes par une tôle en acier *i*, elle-même percée de petits trous, de sorte que le jus extrait

par la pression peut pénétrer sans difficulté à l'intérieur du tambour, d'où il s'échappe latéralement par une ouverture i' (fig. 17), placée dans la ligne verticale centrale. Là, par un tuyau J, la pompe J' le prend et l'élève par le tuyau F' dans l'enveloppe de la vis, afin d'opérer la lévigation de la canne au fur et à mesure que les rouelles s'élèvent pour se rendre à la presse. Il est entendu que la pompe J' pourrait être remplacée par un monte-jus ou par tout autre moyen.

Les six palettes en bronze j sont fondues creuses, chacune avec trois compartiments, comme on le voit figure 16 ; celui du milieu est occupé par une sorte de petit piston double j', reliant deux à deux celles des palettes qui sont diamétralement opposées ; de cette façon, elles se trouvent toujours maintenues en contact avec l'intérieur de l'enveloppe, quelle que soit la position qu'elles occupent par rapport à l'axe ; pour éviter les frottements et rendre les joints hermétiques, une certaine élasticité est donnée à l'action du piston j' par la superposition, au fond des palettes, de deux épaisseurs de caoutchouc j'', recouvertes par une lame métallique.

Un secteur en bronze k, avec garniture en caoutchouc, est aussi appliqué, dans un but analogue, pour fermer l'enveloppe à l'endroit où les rouelles, pressées au maximum, sont conduites au dehors par le dégorgeoir g ; deux vis de réglage k' permettent de donner à ce secteur la position excentrée dans laquelle il est convenable de le maintenir.

Pour détacher les rouelles qui peuvent rester attachées à la paroi I' du tambour, il y a au-dessus du dégorgeoir une raclette L, et afin qu'elle puisse se soulever pour livrer passage aux palettes j, elle est maintenue en contact par un système de contre-poids qui permettent cette évolution.

Quant au mouvement du tambour, comme il est nécessaire qu'il tourne très-lentement, on a disposé un double harnais d'engrenages, composé de pignon n, qui fait partie de la poulie P, montée folle, comme celle P', à l'une des extrémités de l'arbre H' ; par la grande roue R, engrenant avec ce pignon, son arbre K, muni du pignon n', commande la grande roue R' qui est clavetée à l'extrémité de l'arbre H', auquel est ainsi communiqué le mouvement, retardé dans les rapports existants, soit de 1 à 4 pour chaque paire d'engrenages.

La marche de ce matériel d'extraction est facile à concevoir.

On jette la canne dans les trémies du hache-cannes, c'est là toute la main-d'œuvre. Cette canne, divisée en cossettes, tombe dans le lévigateur, à la partie inférieure de cet organe ; elle se trouve en contact avec le vesou moins dense qui provient de la presse ; puis, à mesure qu'elle s'élève, avec de l'eau chaude, additionnée de deux à quatre millièmes de lait de chaux. La température de l'eau est d'environ 70°, dans le but de faciliter la dissolution du sucre et d'obtenir la coagulation des matières albuminoïdes. Lorsque les cossettes ont parcouru toute l'étendue du cylindre lévigateur, elles tombent dans la presse, dont le tambour presseur agit avec une vitesse de 1m,50 à 2 mètres.

Avant de nous occuper de la suite des opérations sucrières dans le système de M. Philippe, il est bon, ce nous semble, de noter quelques détails, lesquels nous serviront de guides pour apprécier convenablement cette méthode.

Au point de vue de la quantité de chaux à ajouter au liquide lévigateur, M. Philippe exige l'observation d'une seule règle, à savoir la neutralité du vesou. Selon l'inventeur, on doit avoir soin de ne pas le rendre alcalin, ce qui serait presque aussi pernicieux que de le laisser acide. L'inventeur trouve que la lévigation est rendue manufacturière par son procédé, parce qu'elle est *rapide* et *incomplète*, que c'est une semi-lévigation, terminée par une *pression efficace*. Il fait observer, avec raison cette fois, que le travail n'exige qu'une main-d'œuvre de peu d'importance.

D'après M. Philippe, la cossette serait complétement épuisée par le passage forcé entre le tambour presseur en fonte et son enveloppe excentrée. « La pression est réglée pour obtenir *tout* le liquide contenu dans le ligneux de la canne. Des essais faits par M. A. Philippe sur la pulpe de betterave et sur les sciures de bois imprégnées d'huile ou de corps gras, ont démontré les avantages résultants d'une pression *lente* et *progressive* laissant au liquide le temps de s'écouler, en se dégageant des vésicules qui le renferment. »

L'inventeur évalue la puissance de pression à 540,000 kilogrammes par chaque case du cylindre, et la durée de la pression est d'une minute par 40 kilogrammes de canne.

Il faut observer encore que M. Philippe regarde la lévigation rapide comme la préparation nécessaire de la pression, et que sa presse permet l'injection d'un jet de vapeur sur les cossettes.

Il exige une grande rapidité dans la lévigation, de peur qu'en la prolongeant, le vesou ne dissolve plus de matières colorantes, de cérosie et de pectine.

En ce qui concerne les résultats, un seul appareil, conduit par une force de 12 chevaux, pourrait traiter 70,000 kilogrammes de canne, et donnerait plus de 90 °/ₒ de jus atténué. La densité du vesou serait supérieure à celle du vesou des moulins; le rendement en sucre varierait entre 1/8 et 1/7 de la matière première, mélasses comprises.

Au point de vue de la défécation, l'inventeur se base sur les analyses de M. Icery (1865), lequel donne pour le vesou la composition suivante :

Eau	81,00
Sucre	18,36
Sels minéraux	0,29
Substances organiques	0,35
	100,0

Les matières organiques sont ainsi fractionnées :

Matière granulaire azotée, ferment très-actif...	0,100
Albumine	0,027
Autres substances végétales	0,223
	0,350

Quant aux substances minérales, qui se trouvent dans le vesou dans la proportion de 0,29, elles se composent de :

Potasse et soude	18,84
Chaux	8,34
Oxyde de fer	1,95
Silice	11,48
Alumine, magnésie, et acides en combinaison avec les bases ci-dessus	59,39
	100,00

Partant de ces données, M. Philippe trouve qu'il faudrait seulement 0,004 à 0,005 de lait de chaux pour la défécation, si les vesous ne subissaient pas une altération spontanée qui les acidifie et les colore rapidement. Cette action est tellement active, qu'un vesou représenté par 1, par rapport à l'acidité et à la couleur, au moment de l'extraction par le moulin, serait, 2 minutes après, représenté par 3. Ce fait est d'autant plus

grave que l'acidité du vesou change une partie du sucre prismatique en glucose, et empêche la coagulation des matières albuminoïdes. M. Philippe commence la défécation dans la cossette même, afin de corriger cette acidité naturelle de la canne, et il prétend que, dans ce mode de fabrication, la défécation ne sera plus qu'une opération accessoire que la pratique ultérieure pourrait même permettre de supprimer. Considérant la quantité d'eau nécessaire à la lévigation comme égale à 0,1 de la canne, il pense que deux bacs de 50 hectolitres, dans lesquels on mettrait environ 200 kilogrammes de chaux, suffiraient pour le travail de la journée. En supposant la défécation ordinaire à la suite de la lévigation, l'inventeur réclame, comme matériel, des chaudières en tôle en nombre suffisant et repousse la défécation à feu nu.

M. Philippe conseille la suppression de la filtration sur noir, et il avance que cette opération est souvent mal comprise, même dans les sucreries indigènes, où il a vu filtrer des jus *alcalins*, qui étaient, par conséquent, décolorés par l'action coûteuse du noir d'os, et qui immédiatement après, reprenaient leur coloration brune sous l'influence de la chaleur.

Après avoir ainsi obtenu les jus dans la proportion la plus grande possible, et les avoir déféqués par un chaulage à neutralisation, M. Philippe s'occupe de l'évaporation ou de la concentration, pour laquelle il propose un appareil spécial. Il va sans dire qu'il repousse le système arriéré des batteries. Il n'est guère plus satisfait des appareils à basse pression, auxquels il reproche un prix trop élevé, la nécessité d'un ouvrier habile pour les conduire, un entretien difficile et des réparations coûteuses, une grande dépense d'eau pour la condensation, et enfin des frais considérables de combustible. Il ajoute avec raison que tous les appareils d'évaporation, sauf celui de Fryer, et l'appareil rotateur à surfaces renouvelées, ont le même défaut, qui est d'agir sur un grand volume de jus et de présenter une surface de chauffe minime, relativement à la masse du liquide traité.

Il résulte nécessairement de ce défaut une plus grande lenteur de l'opération, plus de dépense en combustible et, surtout, une altération des liqueurs, dont les effets sont ordinairement désastreux.

Une remarque intéressante faite par M. Philippe au sujet de

la calorification des masses consiste en ce que l'ébullition prolongée chassant l'air du liquide, il n'y a plus d'évaporation interne, et que la vaporisation est localisée à la surface seulement, l'épaisseur du liquide s'opposant à la transmission du calorique.

L'auteur propose un appareil d'évaporation qu'il nomme concréteur-évaporateur, et dont la figure ci-dessous reproduit les détails par une réduction au $\frac{1}{16}$.

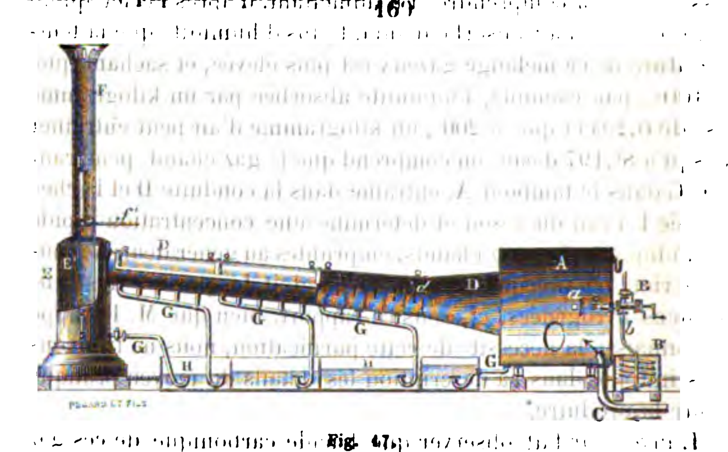


Fig. 47.

Cet appareil se compose d'un grand tambour horizontal en tôle A, d'une capacité assez grande pour permettre l'expansion des vapeurs. Le liquide à concentrer y est amené sous forme de brouillard par un jet violent qui vient se briser contre une lentille a, placée dans l'axe central du tambour. Ce jet est produit par un injecteur Giffard B, qui l'aspire dans un serpentin b. D'autre part, au fond du tambour, et au-dessous du jet de liquide pulvérisé, un tuyau de large diamètre C amène les gaz chauds provenant d'un générateur spécial.

Ce tambour est relié avec un tube de conduite D, en tôle, présentant une disposition inclinée, comme l'indique la figure, et présentant dans sa longueur des diaphragmes *dd* disposés en chicane, afin d'augmenter le parcours des vapeurs et de les forcer à déposer les particules de sirops entraînées par le courant gazeux. A l'autre extrémité, cette conduite débouche dans une colonne de sûreté verticale T, surmontée d'une cheminée F,

pour l'entraînement des vapeurs. Une injection de vapeur, amenée par le tube f' dans le cône F', et destinée à activer le tirage; enfin, une séparation produite par une cloison E' empêche les sirops entraînés de se mélanger avec les produits plus aqueux qui pourraient se condenser. Des tubes de retour G portent les sirops entraînés dans des réservoirs H, disposés de façon à partager les produits selon leur densité, qui est décroissante à partir du tambour. La marche de cet appareil est assez facile à comprendre. En admettant, d'après Péclet, qu'un kilogramme d'air absorbe d'autant plus d'humidité que la température de ce mélange gazeux est plus élevée, et sachant que, à 100°, par exemple, l'humidité absorbée par un kilogramme est de 0,294 et que, à 200°, un kilogramme d'air peut entraîner jusqu'à 8^k,197 d'eau, on comprend que le gaz chaud, pénétrant par C dans le tambour A, entraîne dans la conduite D et la cheminée F l'eau du vesou et détermine une concentration rapide de la liqu[illegible]z chauds, empruntés au générateur, ne coûtent rien ou presque rien, mais on doit les purifier des substances pyrogénées, et, sous ce rapport, bien que M. Philippe reconnaisse la nécessité de cette purification, nous ne trouvons pas indiqué dans sa description les détails du moyen pratique pour la produire.

L'inventeur fait observer que l'acide carbonique de ces gaz chauds a l'avantage de neutraliser l'alcalinité si la chaux a été mise en excès, et il établit que la température théorique de l'intérieur du tambour ne peut dépasser 100°, et qu'elle est pratiquement de + 60° à + 70° seulement. Cette donnée est assez compréhensible, puisque les gaz, en absorbant l'humidité du vesou, emploient, en quelque façon, leur calorique à la vaporisation de cette humidité, c'est-à-dire à la formation de vapeur à 100°. M. Philippe déclare que la dépense en combustible ne s'élève qu'à 1,000 kilogrammes de houille, destinée à l'épuration des gaz, d'où il nous semble résulter que cette épuration doit se faire en faisant traverser, par le courant gazeux, une masse incandescente. L'économie accusée serait de 4 francs par 100 kilogrammes de sucre, sans compter l'augmentation du rendement.

Pas plus que nous-même, l'auteur de cette méthode n'est favorable à l'emploi du noir, qu'il regarde comme inutile et nuisible, en ce qu'il fait perdre du sucre par les lavages, exige

beaucoup de frais de revivification et de main-d'œuvre, demande une fabrication superflue et désagréable et coûte plus qu'il ne rapporte. Il s'en tient donc normalement à une simple filtration mécanique, pour laquelle il conseille au besoin l'emploi du blanchet.

M. Philippe se montre très-partisan de la cuite en grains, et la raison qu'il apporte de sa préférence consiste en ce que, par ce genre de travail, le rendement en sucre de premier jet et même de second jet se trouve considérablement augmenté.

Nous partageons certainement cette manière de voir, et nous regardons la cuite en grains comme constituant un véritable progrès dans un grand nombre de circonstances, sans cependant en faire la condition absolue d'une bonne fabrication. Quoi qu'il en soit, M. Philippe a imaginé de remplacer l'appareil à basse pression ordinaire par un instrument de son invention, représenté par la figure 18, et dont l'avantage capital

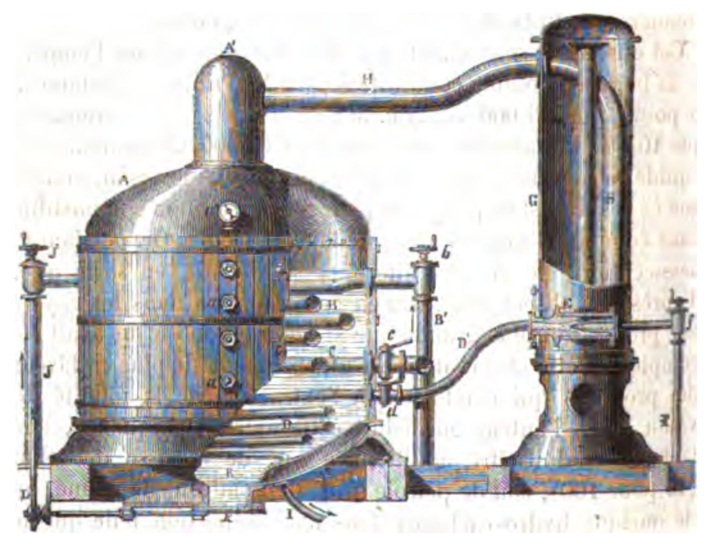


Fig. 18.

consisterait dans la suppression des pompes d'aspiration. Ces organes sont simplement remplacés par un injecteur Giffard qui agit comme aspirateur.

La chaudière A renferme trois plans de tubes B, C, D, et le plan B reçoit la vapeur de la distribution B' par le régulateur *b*.

Le plan ou réseau intermédiaire C est réglé par le robinet *c*, et le serpentin inférieur D reçoit la vapeur par *d*, qui communique en outre par l'intermédiaire du tube D' avec l'injecteur qui lui fournit la vapeur. Cet injecteur aspire la vapeur de la chaudière et y produit le vide, en aspirant les produits gazeux et les vapeurs qui arrivent dans la colonne de condensation G par l'intermédiaire du tube H, avec lequel il est en communication.

Les sirops concentrés pénètrent dans l'appareil par le tube J et le robinet à valve *j*. Enfin la vidange se fait par la tubulure K, fermée simplement par un registre à occlusion hermétique.

Au point de vue des bas produits, M. Philippe propose d'en extraire le sucre par le turbinage, sans les claircer; et il conseille de les mélanger avec les sirops de concentration destinés à former les premiers jets, pour augmenter la masse de ces premiers produits et ne faire qu'une seule qualité.

Cet ensemble se complète par des observations sur l'emploi de la bagasse comme combustible, et M. Philippe, partant de ce point que 25,000 kilogrammes de bagasse ne contiennent que 10,000 kilogrammes de ligneux et 15,000 kilogrammes de liquide, à la suite d'une extraction de 75 °/ₒ de vesou, établit que ce résidu est trop aqueux pour fournir un bon combustible dans cet état. Il importe donc de le faire sécher. Or, pendant la dessiccation, le sucre s'altère et se détruit, en sorte que, d'après cet observateur, il n'en entrerait pas dans les foyers une proportion plus grande que si l'extraction du jus avait été complète. Cette observation est un argument de plus en faveur des procédés qui conduisent à l'extraction de la totalité du vesou; mais l'auteur en déduit cette autre conséquence, que la bagasse doit être additionnée soit de mélasse de rebut (10 pour 100), soit de pétrole brut, de goudron, de résine, ou de quelque hydro-carbure, dans une proportion telle que le produit puisse brûler sans fumée. Le mélange doit être aggloméré en bûches à l'aide d'une petite machine.

Les avantages généraux du système consistent dans une grande diminution des dépenses, et dans l'obtention de 90 pour 100 de vesou au lieu de 70 pour 100 que procure le moulin, ce qui correspond à une augmentation très-considérable dans les recettes d'une usine.

Observations. — Nous pouvons dire, sans aucune hésitation, que la méthode de M. Philippe est la seule dans laquelle nous ayons rencontré, relativement à la canne, des connaissances approfondies jointes à l'intelligence des faits. Ce système n'a cependant pas été adopté par les praticiens, qui ont préféré, sans doute, demeurer tributaires des grands chaudronniers et se ruiner à leur aise; aussi l'inventeur aurait-il, nous assure-t-on, laissé tomber son brevet dans le domaine public, en présence des difficultés qu'il aurait rencontrées pour le faire adopter. En tout cas, nous devons exposer à nos lecteurs quelques observations de détail par lesquelles nous ferons d'autant mieux apprécier le mérite des idées de M. Philippe, que nous indiquerons les points où elles nous semblent avoir été incomplètes.

Dans l'extraction du jus, malgré la perfection et la simplicité de l'appareil, on doit reconnaître que la division en cossettes n'est pas suffisante pour que la lévigation donne les résultats qu'on doit en attendre. Le but de l'auteur était, sans doute, de ne procurer qu'une sorte d'imbibition des tronçons, une atténuation des jus renfermés dans la matière, afin de faciliter l'extraction du jus par pression. Nous pensons qu'une division plus complète, un écrasement préalable des cossettes, fournirait des résultats beaucoup plus avantageux et, sous ce rapport, l'expérience a pleinement justifié notre manière de voir.

D'un autre côté, l'introduction du lait de chaux s'oppose, à la vérité, aux altérations les plus ordinaires du vesou, mais nous aurions désiré que l'auteur portât son attention sur la matière albuminoïde, dont la chaleur ne coagule qu'une portion. Nous aimerions mieux voir introduire le chaulage comme opération intermédiaire entre l'extraction et la concentration, en faisant suivre ce chaulage de la séparation des dépôts et de la carbonatation. Ce serait le moyen de transporter dans la sucrerie exotique tout ce qui constitue les vrais progrès de l'industrie moderne.

Assurément, il y a une idée ingénieuse dans l'application de l'air chaud à la concentration des vesous, telle qu'elle a été indiquée par M. Philippe. Le principe sur lequel elle repose est parfaitement démontré et nous ne pensons pas qu'il y ait à faire d'objections spécieuses à cet égard. On doit remarquer

cependant la nécessité absolue d'épurer les gaz chauds destinés à être mis en contact avec le jus sucré, et cette épuration ne semble pas être, en pratique, aussi facile qu'elle le paraît théoriquement. Il semble que l'on ait à craindre de modifier la saveur à l'odeur des produits par l'introduction des matières empyreumatiques, et l'on devrait prendre, à cet égard, des précautions très-minutieuses. L'appareil paraît être bien compris et bien établi. . . . .

On n'apprécie pas très-bien pourquoi l'auteur a préféré les gaz de la combustion, impurs et chargés de toutes sortes de produits empyreumatiques, si ce n'est par une raison d'économie et afin d'éviter de chauffer de l'air pur, comme cela a été pratiqué par plusieurs ingénieurs et comme Fryer l'a exécuté. On peut répondre à cela que, puisqu'il lui faut un générateur de vapeur pour son appareil à cuire, les chaleurs perdues du foyer auraient suffi sans dépense aucune et avec plus d'économie encore pour chauffer l'air chaud nécessaire à la concentration... Il est vrai que, dans ce cas, M. Philippe n'aurait pas à sa disposition l'acide carbonique des mélanges gazeux impurs, mais aussi il ne risquerait pas d'altérer ses sirops par les produits odorants ou sapides de la combustion.. . . . .

Quant à l'acide carbonique, il serait facile de l'emprunter, sans frais, aux gaz chauds du générateur, qui auraient déjà été utilisés pour chauffer l'air. Un petit réfrigérant, un ventilateur ou une pompe et un laveur suffiraient pour compléter ce travail, sans exiger un kilogramme de combustible en dehors de l'alimentation ordinaire du foyer du générateur. Il y aurait ainsi une pratique plus économique encore, puisque l'on supprimerait la nécessité d'un petit générateur spécial et celle de la purification des gaz chauds par leur passage à travers une masse incandescente. . . . .

Ces observations n'offrent rien, d'ailleurs, qui soit hostile aux procédés de la méthode de Philippe, et le travail de cet inventeur est un de ceux, beaucoup trop rares, que nous avons étudiés avec un plaisir réel. Dans l'ensemble de M. Philippe il y a du labeur, de l'observation, de la science, de l'expérience, et l'on ne peut en dire autant des choses de toute nature patronnées par les constructeurs en renom. Il a, certes, fallu moins de peine pour constituer le procédé de la trop célèbre *participation*, à l'aide d'emprunts de tout genre, qu'il n'a été néces-

saire d'en dépenser pour coordonner un système entier, vrai dans toutes ses parties, et créer trois appareils recommandables, correspondant aux grands besoins de la fabrication. Sans doute, on peut rencontrer dans la méthode Philippe des détails qui ne sont pas à l'abri de tout reproche; on peut regretter que l'inventeur n'ait pas porté son attention sur tel ou tel point, mais il n'est pas moins acquis et démontré que c'est aux hommes de travail et d'étude consciencieuse, comme M. A. Philippe, que la sucrerie doit les progrès qu'elle a accomplis. Les exploiteurs ne sont pour rien dans ce fait. Qu'importe par exemple, dans la question de l'acide carbonique, que Rousseau, Périer, Possoz et autres aient encaissé l'argent de la fabrication? Qu'importent les succès éphémères de tous les copistes? On sait parfaitement que c'est à Barruel qu'il faut remonter pour trouver le véritable inventeur, que le mérite est à lui seul, et que, par son idée ingénieuse, il a doté la sucrerie, généreusement et *sans primes*, d'un des plus puissants moyens d'action...

De même, M. Philippe peut ne pas réussir matériellement, et la fabrication peut ne pas adopter ses appareils, comme elle a reculé devant l'idée si simple de Barruel, qui lui était offerte gratuitement et dont elle n'a voulu se servir que lorsqu'on la lui a fait payer fort cher. On peut même ne pas admettre la valeur des appareils de M. Philippe, les modifier, les amender, changer les applications de son système; il ne lui restera pas moins un titre de gloire inattaquable, en ce sens qu'il aura démontré que la spéculation Cail n'est pas indispensable à la sucrerie exotique, que le noir lui est inutile et que le moulin peut être remplacé par un extracteur plus sérieux, mieux conçu, enfin, que les appareils à la mode ne sont pas nécessaires.

Il y a là un effort considérable, dont la sucrerie doit tenir grand compte et se montrer reconnaissante. Ils sont rares, en effet, les hommes qui consacrent un *travail réel* à l'amélioration de l'industrie sucrière et, dans l'époque de plagiaires que nous traversons, le métier facile de copiste et d'emprunteur domine la situation.

Méthode de Fryer. — Le procédé de M. Fryer ne forme pas, à proprement parler, un système d'ensemble, au moins en ce qui concerne la partie revendiquée. On ne doit guère voir dans l'invention dont il s'agit qu'une marche particulière pour obte-

nir la concentration et la cuite des vesous, et nous en aurions parlé seulement dans ce sens rigoureux, s'il ne s'était fait assez de bruit autour de l'appareil de Fryer pour soulever des discussions et des controverses de toute nature. Les passions semblent avoir été excitées à dessein, dans un but que l'analyse la plus superficielle peut facilement découvrir. Il suffit de raisonner dans un sens strict et de chercher non pas *à qui le crime profite*, mais à qui un appareil ou une méthode peut être nuisible pour en déceler les adversaires réels, si bien qu'ils se cachent derrière des faux-fuyants ou des manœuvres cauteleuses.

L'appareil de Fryer consiste en deux instruments séparés, dont le premier sert à concentrer le vesou jusqu'à une densité voisine de 27 à 28° B. Le second sert à terminer la concentration ou à opérer la cuite de ce premier sirop, à l'aide d'un courant d'air chaud, qui est mis en contact avec le sirop, pendant que celui-ci est constamment agité par des lames héliçoïdales.

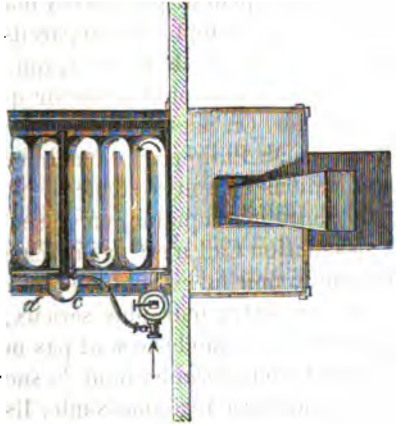


Fig. 19.

Les figures 19 et 20 représentent la vue en plan de l'appareil, dont la face supérieure indique avec une précision suffisante le chemin parcouru par les vesous. Les figures 21 et 22 donnent la coupe verticale de l'instrument en passant par l'axe. Dans la figure 22, l'appareil à air chaud et l'appareil à cuire sont dessinés en perspective, et vus de côté. Les dessins ont dû être coupés, en raison des exigences typographiques, afin de

conserver aux détails des dimensions suffisantes pour l'intelligence de la machine de Fryer, dont la construction ne présente, d'ailleurs, aucune difficulté sérieuse.

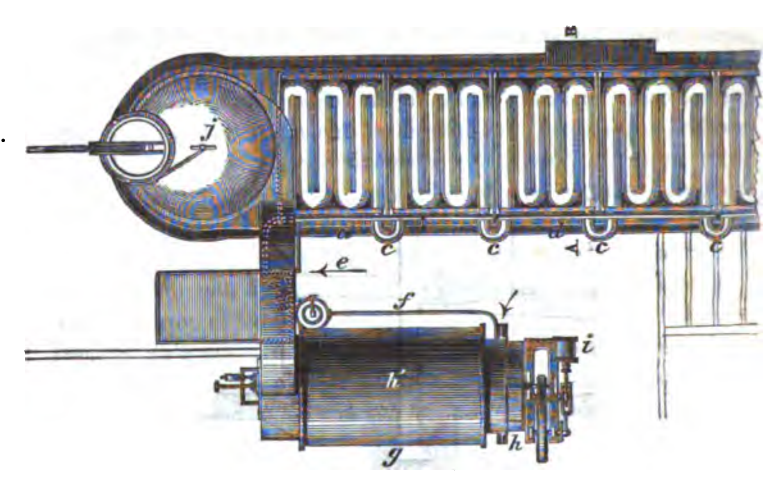


Fig. 20.

La coupe verticale de l'appareil permet d'en établir le montage, ou, tout au moins, d'en comprendre les dispositions et de pouvoir exécuter facilement les indications des constructeurs.

Au fond, l'appareil est complexe : il constitue un ensemble dont la première partie répond à la vaporisation du jus sur grandes surfaces et faibles épaisseurs; un organe particulier (*j* des figures) sert à échauffer l'air qui doit être employé à la cuite et qui est appelé de l'extérieur par un ventilateur *y* et par l'intermédiaire d'une cheminée *k*. Cet air circule entre les tubes de *j*, par lesquels s'échappent les gaz chauds de la combustion, qui ont produit la concentration en passant sous les traits ou plateau de vaporisation. C'est donc la chaleur perdue qui sert à échauffer l'air employé à la cuite ou à la concentration complémentaire et, sous ce rapport, l'idée de Fryer est très-économique. Il convient de faire grande attention à ce point. En effet, l'économie de la fabrication domine aujourd'hui toutes les questions industrielles et l'on ne peut s'empêcher d'accorder au moins de l'estime, sinon toute son adhésion, à une méthode ou à un appareil qui réalise cette économie. Et la

diminution des frais ne portât-elle que sur un point, il y aurait encore à constater un mérite partiel, dont l'importance ne peut pas échapper au lecteur.

Nous décrivons cet appareil avec plus de détails, d'après une intéressante notice publiée par les constructeurs français.

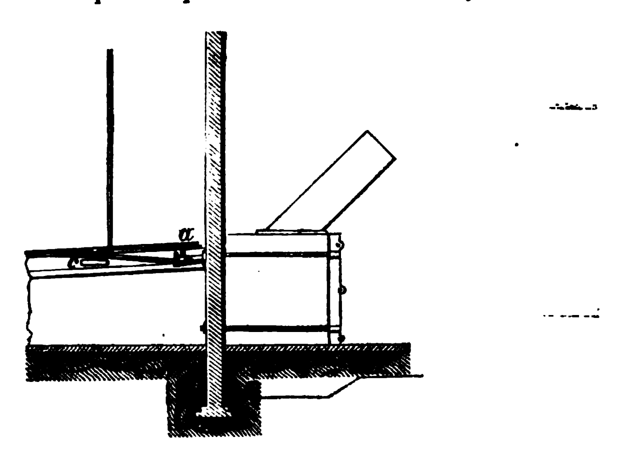


Fig. 21.

« Le jus, après avoir été clarifié à la manière ordinaire, mais sans addition de chaux, ou au moins avec juste ce qu'il en faut pour produire une légère réaction alcaline sur le papier réactif, est admis à couler en nappe soigneusement réglée sur la partie du *concretor* appelée les *plateaux* ou *traits* (*b* des figures). Ces plateaux sont des vases en fonte rectangulaires et de peu de profondeur. Ils ont environ $1^m,50$ sur $1^m,80$ chacun, et $0^m,15$ de profondeur, et sont divisés, à leur face supérieure, par des nervures qui s'étendent alternativement depuis un bord jusque près de l'autre. Il y a plusieurs de ces plateaux, et ils sont reliés entre eux de manière à permettre leur dilatation et leur contraction au moyen de parties coudées (*c* des figures) sur lesquelles on peut, à chaque instant, vérifier et rectifier la marche de la concentration. Toute la série est placée dans une position inclinée (environ 35 millimètres de pente par mètre) et soumise à un feu intense de bagasse ou autre combustible, dont la flamme passe sous toute leur longueur. Le vesou entre sur le trait à sa partie supérieure (*a* de la fig. 21), près du

foyer, et coule d'un côté à l'autre sur toute la série, parcourant ainsi une surface d'une longueur totale d'environ 120 mètres, jusqu'à ce qu'il arrive au point le plus bas (*e* de la fig. 20), en bouillant rapidement pendant tout le temps; de sorte que sa densité, qui était de 9° 1/2 à 10° B. à l'arrivée, est de 28° B. à la sortie. L'épaisseur de la nappe ne dépasse pas 12 millimètres 1/2, et la concentration s'opère dans un intervalle de temps très-court.

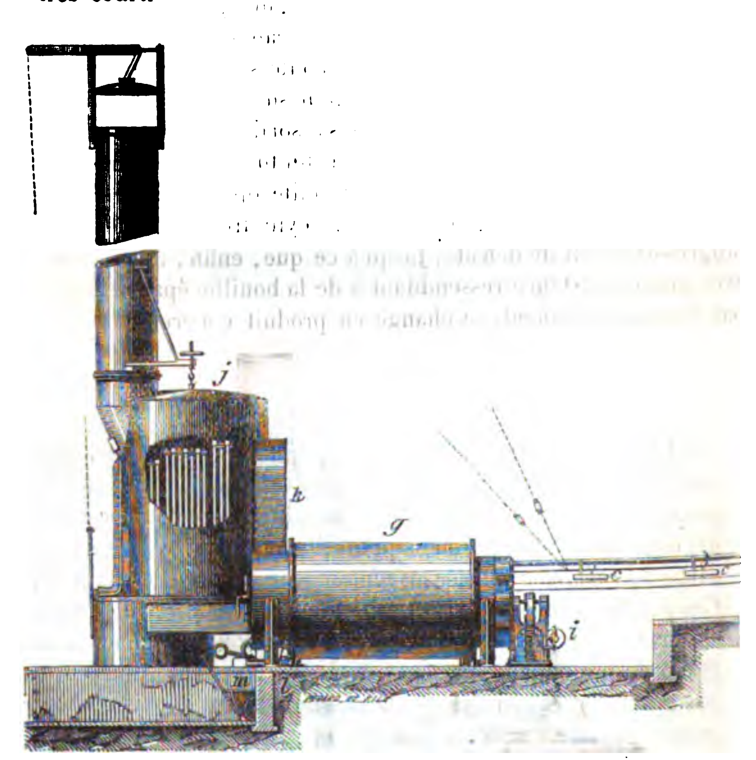


Fig. 22.

« Les produits de la combustion, après avoir parcouru le dessous des plateaux, traversent un grand nombre de tuyaux de fonte d'un diamètre de 5 centimètres et d'une longueur de 1m,80, qui sont placés verticalement à l'intérieur d'un grand cylindre en tôle (*j* de la figure) sur lequel est placée la cheminée. Un ventilateur aspirant (*h* de la figure) fait circuler

autour des tuyaux l'air qui se trouve ainsi amené à une température de 150°. Cette chaleur est utilisée de la manière suivante : un cylindre (*g* des figures) d'un diamètre d'environ 1m,20 est placé horizontalement, de telle manière que le courant d'air chaud y est aspiré de part en part par le ventilateur. Les extrémités du cylindre portent des parties annulaires qui lui permettent de retenir une épaisseur de 100 à 125 millimètres de liquide. Le cylindre porte, en outre, intérieurement une série de lames héliçoïdales en tôle arrangées de façon que, lorsque le cylindre tourne, le liquide coule sur tout le développement et présente ainsi une très-grande surface à l'action desséchante de l'air chaud. Le jus, à sa sortie des plateaux, et converti alors en sirop, est conduit par un tuyau (*f* de la fig. 20) dans le cylindre, où il entre à l'extrémité opposée à celle de l'arrivée de l'air chaud, et traverse le cylindre en augmentant progressivement de densité, jusqu'à ce que, enfin, il en sorte avec une consistance ressemblant à de la bouillie épaisse, qui, par le refroidissement, se change en produit concret solide. »

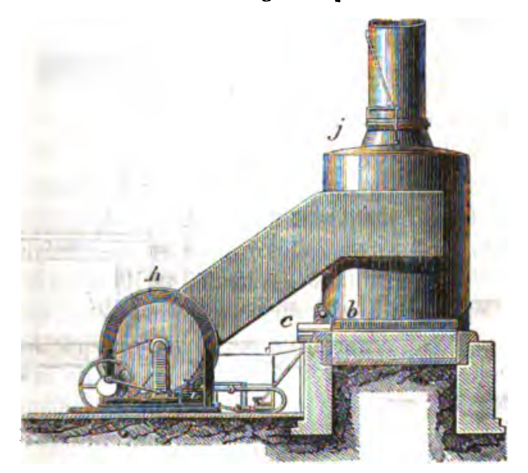


Fig. 23.

Les figures 23 et 24 reproduisent deux vues, en perspective, de calorifère à air, du caniveau incliné du ventilateur et du cylindre à cuire. Ces dessins concourront puissamment à l'intelligence de cet appareil, dont le mérite principal, à notre sens, a été d'opposer une digue aux envahissements de l'établisse-

-ment de Grenelle et de démontrer aux planteurs l'absurdité des méthodes qu'on leur conseille, qu'on leur fait payer, et qui ne sont, en définitive, avantageuses que pour la maison J.-F. Cail et ses acolytes ou ses imitateurs.

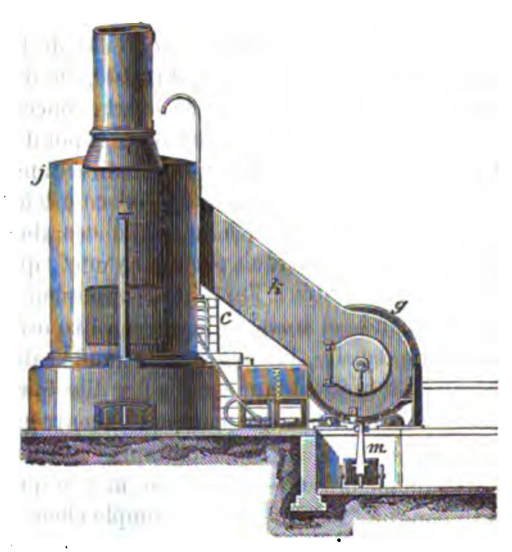


Fig. 24.

Ainsi, il est parfaitement entendu que les plateaux du concretor ou les traits constituent un appareil évaporatoire à feu nu, sur larges surfaces et petites épaisseurs; que le cylindre est un appareil de cuite, mobile, échauffé par l'air chaud seulement. Nous ajouterons, à la louange de l'inventeur, que cet air chaud, dont la température n'a été élevée que par le contact avec les tubes par lesquels s'échappent les gaz de la combustion qui ont circulé sous les plateaux, n'a pu se mélanger avec les matières empyreumatiques d'aucune nature, et qu'il se présente sous un maximum de pureté qu'on ne rencontre pas dans l'organisation de M. A. Philippe. Cette partie de l'idée de Fryer est peut-être la plus intéressante.

Faisons immédiatement, cependant, la part de la critique industrielle en ce qui concerne l'instrument même, afin de mettre sous les yeux du lecteur ce qu'il lui importe de savoir, dans le cas où il voudrait acquérir ou faire construire cet engin.

Dans l'idée de Fryer, il y a des choses empruntées au domaine public, et des portions originales, comme dans la plupart des inventions complexes. L'appareil évaporatoire proprement dit, formé par les plateaux, n'appartient à l'inventeur que par des détails insignifiants d'exécution. L'idée primitive consiste dans la reproduction plus ou moins heureuse de l'appareil de Caraudau. Cette reproduction avait, du reste, été déjà faite par Payen et Buran, qui l'avaient appliquée à la concentration des solutions boriques, et elle appartient de tout point au domaine public. Nous ne voyons pas plus de nouveauté dans le cylindre destiné à chauffer l'air, par le passage de ce gaz à travers des tubes servant de conduit aux produits de la combustion. Cette portion de l'appareil n'est autre chose, en effet, que le calorifère dont on se sert avec succès en brasserie pour la dessiccation du malt, dont nous avons indiqué une disposition dans le deuxième volume de notre ouvrage sur l'alcoolisation.

Le ventilateur qui sert à appeler l'air et à le faire passer autour des tubes de calorification comporte une idée personnelle de l'auteur. On doit avouer cependant que ce ventilateur pourrait être parfaitement remplacé par un moyen quelconque de tirage, et même, au besoin, par une simple cheminée d'appel. Enfin, la disposition du cylindre de cuite et, en particulier, la lame héliçoïdale annexée à la paroi du cylindre semblent être la propriété incontestable de l'inventeur anglais.

Malgré ces observations de détail, destinées à faire comprendre que l'on peut, en toute circonstance, construire un appareil similaire, basé sur les mêmes principes, sans nuire en quoi que ce soit à la propriété proprement dite de l'inventeur, on doit reconnaître que l'ensemble constitue un tout solidaire, présentant le mérite d'une invention réelle.

Il ne s'agit plus que de discuter la valeur manufacturière de cet engin au point de vue de la sucrerie.

Suivant les auteurs de la Notice, « le meilleur combustible pour le concretor est la bagasse, dont la longue flamme persistante maintient le jus, sur tous les plateaux, dans un état uniforme d'ébullition.

« Le concretor n'est pas un outil coûteux, puisque, tout en produisant un résultat qui ne laisse rien à désirer, il ne demande ni appareil à cuire dans le vide, ni pompe à eau, ni chaudière à vapeur. La petite machine qui sert à mener le ven-

tilateur et à faire tourner le cylindre peut facilement être alimentée par un tuyau de 20 millimètres venant des chaudières à vapeur qui servent pour le moulin à broyer. L'appareil est simple dans sa construction et n'est pas sujet à se déranger. Il n'y a de joints, ni pour la vapeur, ni pour le vide, et le premier forgeron venu peut en réparer n'importe quelle partie. Si l'un des plateaux venait à se casser, on peut le remplacer en une heure.

« L'économie du combustible est surtout remarquable. La chaleur du foyer, après avoir agi sous les plateaux, est très-suffisante pour convertir le sirop en produit concret. Elle est si bien utilisée, qu'un thermomètre placé dans la cheminée marque rarement plus de 175°, et le refroidissement causé par l'évaporation produite par l'action de l'air chaud et sec sur les surfaces humides est si marqué que l'on trouve que le sirop, peu après son entrée dans le cylindre, n'a pas plus de 49° centigrades, et qu'il est souvent quelque peu difficile, à la fin de l'opération, d'élever la température du produit concret aux environs de 95°, température que l'expérience indique être la meilleure.

« Deux personnes peuvent conduire le concretor : un enfant et un homme; le premier surveille la marche du jus sur le trait, et le second s'occupe de tout le reste. L'appareil ne nécessite pas l'emploi d'une personne expérimentée pour la surveillance.

« Si, par le manque de soin de l'ouvrier, un peu de vesou se trouvait brûlé sur le trait, le mal serait minime, et une addition de jus, au moyen du tuyau (*d* des figures), suffirait pour le réparer promptement.

« Le trait, sans l'étuve à air et sans le cylindre qui termine l'opération, servirait à peu de chose, puisque presque toute la détérioration du vesou, dans l'ancienne méthode, se produit vers la fin de l'opération, quand le sirop est plus dense que quand il sort du trait du concretor. C'est en complétant l'évaporation à une basse température, sans la complication et la grande dépense des appareils à cuire dans le vide, que le concretor est si avantageux; et comme la dernière partie de la concentration s'opère entièrement au moyen de la chaleur perdue du foyer, l'économie du combustible est considérable, ainsi que nous l'avons déjà dit.

« Le concretor ne peut être mené que par sa propre machine, et la chaleur du foyer est si complétement absorbée par l'appareil lui-même, qu'il n'en reste pas pour une chaudière. »

Au point de vue de la dimension, « le concretor se construit de trois grandeurs différentes :

N° 1 L, produisant 500 kil.	de produit concret par heure avec du vesou à 10° B.
N° 2 M, produisant 250 kil.	id.
N° 3 S, produisant 100 kil.	id.

« Il comprend les plateaux (ou traits), le cylindre, le ventilateur, les parties en fonte et les barreaux du fourneau, l'étuve à air chaud, la cheminée, la machine à vapeur, le réservoir, les thermomètres et saccharomètres, les tuyaux et robinets, et les constructeurs fournissent, de plus, les pièces de rechange suivantes : un plateau, une monture de barreaux de fourneau, quelques tuyaux à air chaud, une série de thermomètres et de saccharomètres (*aréomètres ?*).

« L'emplacement nécessaire pour le monter et le conduire peut être calculé comme suit :

N° 1 L....................	22m,50 sur 6m,75
N° 2 M....................	17m,75 sur 5m,80
N° 3 S....................	11m,20 sur 5m,50

« Chaque partie est marquée et numérotée de façon qu'on puisse faire le montage très-facilement. Les constructeurs fournissent aussi les plans des fondations.

« Le vesou doit provenir d'une citerne où il se rend en sortant des clarificateurs. Le fond de cette citerne doit être de 2 mètres au-dessus du niveau du plancher supérieur du bâtiment. »

En ce qui concerne les résultats obtenus avec cette machine, les auteurs de la notice annoncent que :

« Le concretor rend, en moyenne, 20 kil. de concret par hectolitre de vesou.

« Les résultats moyens d'un grand nombre d'analyses de ce produit sont les suivants :

« M. Fryer a trouvé :

Sucre....................................	88
Glucose..................................	6
Eau, sels, etc............................	6
	100

« Les analyses de M. James Steele (raffineur de sucre à Greenock) sont presque identiques :

Sucre	87.79
Glucose	6.00
Eau, sels, etc.	6.21
	100.00

« M. le comte A. d'Adhémar donne :

Sucre	87.0753
Glucose	6.1666
Eau, sels, etc.	5.7581
	100.0000

En comparant les produits par l'ancien système et par le concretor, on a trouvé des données fort intéressantes dont nous reproduisons les parties essentielles.

2,638 litres de vesou, à 9°,5 B., enivrés, évaporés, et concentrés par l'ancien système, ont donné :

Sucre	373k,73 =	°/o 14,09
Mélasse	168k,77 =	°/o 6,27
Produit total	547k,50 =	°/o 20,36

Une quantité égale du même vesou à la même densité, traitée par le concretor sous enivrage, a rendu seulement 511k.71 de sucre concret, ce qui revient à 19,03 pour 100.

Comme le sucre d'équipages a perdu 17 pour 100 dans le voyage d'outre-mer, le concret n'ayant perdu que 1,5 pour 100, on en déduit, en faveur du concret, une différence de 38 francs, droits non compris.

Nous ne voulons pas entrer dans des détails commerciaux qui sembleraient indiquer de notre part un parti pris en faveur du concret, et nous nous contentons de faire les observations suivantes, dont personne, pensons-nous, ne méconnaîtra la justesse.

Dans le sucre ordinaire, il serait facile, par un traitement aussi simple que rationnel, d'éviter la perte signalée dans le transport, puisque, pour cela, il suffirait d'avoir des sucres neutres, secs, bien purgés, bien embarillés et conditionnés. Nous ne croyons donc point qu'il soit juste de baser la comparaison à faire sur cette circonstance d'une perte moins grande

pendant le voyage. Nous trouvons, en somme, que le concretor a rendu 19,03 pour 100 d'une masse concrète contenant le sucre et la mélasse, tandis que l'ancien procédé a fourni 20,36 pour 100 en sucre et mélasse séparés. La question se réduit à savoir quelle sera en définitive la proportion de sucre raffiné, de bas produits et de mélasses, résultant du traitement des deux produits comparés. Sous ce rapport, il nous paraît à peu près démontré que le produit du concretor renferme une quantité de mélasse proportionnelle à celle des produits ordinaires, et que le véritable avantage de ce mode de concentration consiste dans la possibilité d'expédier la totalité du produit de la canne. Cet avantage compense-t-il la diminution du produit en tafia correspondant au chiffre de cette mélasse? Le raffinage a-t-il intérêt à traiter un produit qui lui donnera, en dernière analyse, plus de résidus de moindre valeur, plutôt que d'acheter des sucres déjà purgés et ayant perdu la presque totalité de l'eau-mère dans des opérations distinctes? Ce sont là des questions dans lesquelles nous ne voulons pas entrer, quant à présent, et nous nous contentons de dire que, à notre avis, il sera toujours plus conforme aux principes de la technologie et plus lucratif pour le fabricant de présenter aux marchés de vente un produit presque pur, en conservant chez lui, pour les utiliser ou les transformer, les résidus de sa fabrication.

En reprenant les choses de plus haut, et recherchant les raisons qui militent en faveur du concretor ou d'un instrument analogue, nous trouvons qu'elles sont de deux sortes : l'absurdité de l'équipage et la difficulté du travail qu'il requiert ont mis nécessairement en faveur un instrument simple, appliquant le feu nu à la concentration. Cette première raison est d'autant plus sérieuse, que les plateaux du concretor utilisent parfaitement le combustible et produisent l'évaporation sur une très-grande surface et une mince épaisseur. Ajoutons encore que les chaleurs perdues sont employées à chauffer l'air qui servira à la cuite et que, sous ce rapport, cette opération se fait à peu près sans frais.

La seconde raison que nous trouvons en faveur de l'instrument de Fryer repose sur la nécessité, bien comprise par tous les fabricants sérieux, de se débarrasser des exigences de la maison Cail et de sortir de l'esclavage où les grands constructeurs veulent enchaîner la sucrerie exotique. Sous ce dernier

rapport, le concretor a pu et dû être regardé comme une véritable planche de salut offerte à la sucrerie de canne, et nous pensons, avec M. le comte d'Adhémar, que cet instrument sera un auxiliaire efficace, imposant la justice distributive à l'usine, au moyen duquel le colon pourra remédier à ses maux et conquérir, non pas les prospérités du passé, mais au moins une heureuse aisance.

Nous ne croyons pas cependant que le concretor soit à l'abri de reproches fondés, et si l'emploi de cette machine vaut mieux dans la pratique des petits établissements que les inventions des grands chaudronniers, il n'en faut pas conclure que cet engin soit parfait.

L'inventeur n'a rien prévu au sujet de l'extraction même du vesou, qui reste soumise à l'action problématique et insuffisante du moulin. Il n'obtient pas plus de produit total que les sucreries ordinaires à équipage, et même, dans son travail, il commet deux fautes capitales, sur lesquelles nous croyons devoir dire un mot. La première faute à signaler dans l'action du concretor consiste en ce que, indépendamment de la purification, dont l'auteur ne semble pas s'être préoccupé, on aurait dû établir au moins une filtration mécanique pour le sirop faible à 28° B. produit par les plateaux. Pour le concretor, comme pour les autres engins de concentration, cette filtration est indispensable, puisqu'elle a pour but d'éliminer les matières suspendues qui troublent la transparence du sirop et en altèrent la qualité. Nous ajoutons, pour rester dans la plus complète impartialité, qu'il serait très-facile de remédier à ce premier inconvénient.

Le second inconvénient du concretor consiste précisément en ce qu'on lui fait faire du concret, c'est-à-dire du sucre massé, non susceptible de purge, et renfermant, en outre du sucre, le glucose, les sels et les autres impuretés du vesou. Nous n'aurions à soulever que des objections de détail contre l'emploi du concretor, si son inventeur s'était borné à produire la cuite au filet, et à rechercher la préparation d'un bon sirop, fournissant des produits presque purs et secs, sous l'action de la turbine.

Quoi qu'on en dise, si le concretor offre un moyen de se soustraire à la chaudronnerie, il n'améliore pas la fabrication, ne fournit pas plus de rendement et reste très-incomplet dans son action, puisque, de 1,000 kilogrammes de canne, il ne

retire pas 1 gramme de sucre de plus que le système ordinaire.

En ce qui touche les détails, nous ne pouvons nous empêcher de faire observer que cet instrument exige un vaste emplacement, et que les prix exigés par l'inventeur sont fort loin d'être modérés, au moins relativement à l'effet produit.

Malgré ces objections, que nous devions faire dans l'intérêt du lecteur, nous dirons cependant que l'emploi du concretor réalise un très-grand progrès comparativement à l'équipage, que l'utilisation du feu nu peut rendre des services importants, et qu'il dépend des fabricants eux-mêmes d'en tirer un parti beaucoup plus avantageux que celui qui a été prévu par l'inventeur. Il suffirait, pour cela, d'adopter une méthode sérieuse d'extraction du vesou, qui pût augmenter le rendement dans une proportion suffisante; d'introduire un bon système de purification, conforme aux données scientifiques; de filtrer les sirops faibles à leur sortie des plateaux; de cuire seulement en sirop, c'est-à-dire au crochet faible, par 12 0/0 d'eau environ, et de cristalliser en bacs pour purger à la turbine. Dans ces conditions, le concretor réaliserait tout ce qu'il peut faire, et contribuerait puissamment à la prospérité d'un établissement; il serait, comme nous l'avons dit dans une notice spéciale à ce sujet, un excellent instrument de concentration à feu nu, réalisant dans la pratique les véritables principes qui doivent guider l'évaporation.

Nous engageons vivement les fabricants à réfléchir aux diverses propositions qui viennent d'être émises, afin que, s'ils adoptent cette machine pour éviter de tomber dans le triple effet, ils sachent au moins à quoi s'en tenir et puissent en obtenir des résultats avantageux.

Nous faisons très-bon marché de la polémique intéressée à laquelle le concretor a donné lieu à une certaine époque, car en matière d'industrie, ce ne sont pas les passions individuelles ou les intérêts particuliers qui doivent être consultés. L'opinion de M. Possoz, attaché à la participation Cail, ne pouvait être d'aucune valeur contre l'instrument de Fryer, et cette opinion devait être récusée tout d'abord, même sans examen préalable, précisément parce que les associés de M. Possoz étaient les plus directement intéressés à faire tomber cet instrument et à en proscrire l'usage. Le véritable mot de toute cette question était que le concretor étant nuisible aux intérêts des usines centrales et des

spéculations de Grenelle, on devait par tout moyen trouver cette machine mauvaise et désavantageuse. De là à la vérité il y a une distance énorme et, pour quiconque raisonne et connaît la sucrerie, on a les plus grandes chances d'être dans le vrai en considérant comme bon et utile ce qui est repoussé par le célèbre établissement.

Méthode de l'auteur. — Quoique, pour l'exécution stricte de notre plan, nous ayons dû renvoyer les détails de notre méthode personnelle à l'étude de la sucrerie agricole, il nous semble utile cependant d'en exposer sommairement les points les plus importants, afin d'élucider, autant qu'il nous sera possible, les difficultés qui se rattachent à la fabrication sucrière exotique.

A notre point de vue, un fabricant de sucre opère d'autant mieux qu'il retire un rendement plus grand d'un poids égal de matière donnée, qu'il purifie plus complétement les jus saccharifères, qu'il les concentre d'une manière plus rapide et plus économique, enfin qu'il obtient un produit plus abondant et plus pur avec des frais moindres de main-d'œuvre, d'outillage et de combustible. C'est le but manufacturier indiqué dans ce programme que nous avons cherché à atteindre dans l'organisation d'une méthode pour laquelle nous ne demandons ni complaisance ni indulgence, mais que nous soumettons volontiers à l'appréciation des fabricants éclairés.

L'extraction du jus étant la source de tout bon rendement, au moins comme quantité, c'est sur cet objet important que nous avons tout d'abord concentré notre attention. A notre sens, il est nécessaire que cette extraction soit très-complète, et que l'instrument d'extraction soit disposé de façon à agir automatiquement, c'est-à-dire à ne dépenser que le minimum de la main-d'œuvre, tout en n'exigeant qu'une faible dépense de force-motrice. Notre extracteur peut fournir 88 de jus normal pour cent kilogrammes de canne à 18 de richesse. Il se compose essentiellement d'un organe de division, d'un organe d'écrasement, d'une presse préparatoire, d'un organe de lévigation et d'une presse d'épuisement. Les opérations exécutées par ces divers organes, sous l'action du même moteur, font partie d'un ensemble qui constitue l'extraction du jus et l'épuisement de la pulpe par un même appareil. La canne, placée dans la trémie d'alimentation, est divisée par un hache-cannes en cossettes obli-

ques qui tombent entre deux cylindres triturateurs à cannelures inclinées, sous l'action desquels elle se trouve moulue et réduite en une pulpe grossière, en présence d'un filet de solution tannante. Cette pulpe tombe dans l'espace libre d'une presse continue, qui rappelle l'idée générale de la presse Philippe, mais qui en diffère par plusieurs côtés importants. Le vesou ne s'engage pas dans le tambour intérieur, et il n'est nullement besoin d'une pompe d'aspiration pour l'en extraire. La portion inférieure du tambour extérieur, au point où s'exécute la plus grande pression, est formée par une porte à charnière, dont la face intérieure représente une surface courbe de filtre-presse. C'est à travers cette surface que le vesou de la pression préparatoire s'écoule au dehors, où il est reçu dans un caniveau qui le conduit au réservoir. La pulpe, aux trois quarts épuisée de son jus sucré, continue son chemin par la partie inférieure du lévigateur, où elle rencontre le jus faible provenant de la pression d'épuisement, et une température de + 65° environ. Cette pulpe, spongieuse et à demi épuisée, se pénètre de ce liquide et monte graduellement dans l'hélice, aux deux tiers de laquelle elle est soumise à l'action d'un filet d'eau, dont le volume est calculé de manière à n'introduire que 30 pour 100 d'eau au maximum, en y comprenant l'infusion astringente. A l'extrémité du lévigateur, elle tombe dans une presse d'épuisement, semblable à la presse préparatoire, et dont on peut régler la pression à volonté. Le jus rentre à la partie inférieure de l'hélice, tandis que la pulpe, presque sèche et bonne à brûler, s'échappe d'une manière continue par un caniveau ou dans un wagonnet. Cet extracteur ne requiert aucune main-d'œuvre, sinon celle qui est nécessaire pour introduire les cannes dans la trémie et, sous cette réserve, il fonctionne d'une manière très-automatique, en épuisant la canne de la presque totalité de ses principes solubles par une opération continue.

La purification du vesou, rendu conservable par l'action du tannin, ne présente plus de difficultés sérieuses, puisque, comme chacun le sait, le tannin élimine, non-seulement les matières albuminoïdes, mais encore la plupart des sels métalliques, avec les oxydes desquels il forme des tannates insolubles qui se trouvent séparés dans l'acte même de l'extraction. Il résulte de ces faits incontestables que : 1° une partie notable de la purification a été faite dans l'extraction même du vesou

et que 2° la proportion utile des agents de défécation est considérablement diminuée. C'est ainsi que, dans la défécation par le chaulage du vesou, il ne faut plus employer qu'une quantité insignifiante de chaux, destinée à éliminer le petit excès de tannin employé et quelques matières étrangères qui ont pu échapper à l'action de cet agent. La quantité de chaux utile se trouve réduite au quart environ de la proportion normale qu'il faudrait employer dans les circonstances ordinaires. Pourvu que l'on introduise dans le vesou porté à 90° un millième à deux millièmes de chaux, il suffira d'élever la température à 100° et de séparer les matières rendues insolubles à l'aide de la décantation, pour avoir obtenu du chaulage tout l'effet désirable. Comme il ne se produit que très-peu ou point d'écumes, il n'est pas nécessaire, dans cette méthode, d'attendre que la clarification se soit faite dans la chaudière de défécation ; on peut procéder par défécation trouble avec grand avantage, puisque tout aussitôt que le jus chaulé a été porté à 100°, il suffit de le brasser avec énergie et de le faire passer dans un décanteur pour qu'il s'y clarifie avec une extrême rapidité, pendant que les vases de défécation sont employés à des opérations ultérieures. Cette partie du travail comprend donc l'échauffement du vesou à 90°, un enivrage très-modéré par un ou deux millièmes de chaux, l'élévation de la température au premier bouillon, et l'envoi immédiat dans un bac de repos ou bac de décantation. Dans ces conditions, la main-d'œuvre est également très-réduite, car il suffit d'un ouvrier et d'un aide pour diriger et exécuter le travail de plusieurs chaudières.

Il est parfaitement reconnu en principe et en fait que le chaulage ne constitue qu'une partie de la purification du jus, qu'il est indispensable de se débarrasser, non-seulement de l'excès de chaux introduit, mais encore et surtout des alcalis, devenus libres, qui se sont combinés au sucre, à l'état de sucrates. Quel que soit le système suivi, et quelles que soient la perfection et la simplicité des moyens employés, il faut donc éliminer complétement la chaux en excès et, de tous les moyens possibles, le passage d'un courant d'acide carbonique, c'est-à-dire l'emploi du procédé de Barruel, est le plus simple, le plus vrai et le plus efficace. Dans ce procédé, on fait donc la saturation du jus chaulé, décanté, après l'avoir fait arriver dans une chaudière destinée à produire la purification complémentaire. La

seule différence à noter en ce qui concerne la saturation, relativement aux méthodes suivies, consiste dans la simplicité de l'outillage. Une prise dans le carneau du générateur, ou dans un petit four à chaux, conduit le mélange de gaz brûlés dans un réfrigérant, sous l'appel d'un aspirateur très-simple, de là dans un récipient laveur, où on le prend à volonté pour le conduire dans le jus chaulé. On fait la saturation aussi complétement que possible, jusqu'au moment où la totalité de la chaux est changée en carbonate. Cette opération ne requiert que 12 à 15 minutes. Si, cependant, on avait affaire à des vesous un peu colorés, rien n'empêcherait de faire, pendant la saturation, l'addition d'un peu de lait de chaux à plusieurs reprises, pour augmenter la décoloration. Lorsque la saturation est faite, et sans attendre quoi que ce soit, on introduit immédiatement dans le jus la quantité de phosphate de chaux soluble nécessaire pour transformer les alcalis en phosphates, et cette quantité est réglée par le commencement d'acidulation qui se manifeste dans le jus. Cette acidulation est aussitôt neutralisée par une faible quantité d'ammoniaque étendue d'eau ; on porte à l'ébullition pendant trois ou quatre minutes pour donner de la consistance et de la densité au dépôt, et l'on fait passer dans un bac de repos, où la clarification se fait en quelques minutes.

On peut, dans le traitement de la canne, lorsqu'il est difficile de se procurer ou de fabriquer soi-même le phosphate de chaux soluble, employer avec succès, pour le remplacer, le vinaigre ou l'acide acétique, pourvu que la saturation ait été aussi complète que possible et que l'on ait séparé d'abord le dépôt de carbonate de chaux. Dans ce cas, il est nécessaire d'avoir une seconde chaudière, pour opérer la neutralisation des alcalis et leur transformation en acétates, dont le principal avantage est de rester dans les eaux-mères ou mélasses, en raison de leur extrême solubilité et même de leur déliquescence. Dans ce cas, il n'est pas nécessaire de neutraliser l'acidité produite ni d'employer l'ammoniaque, puisque l'acide acétique est complétement inoffensif et inactif sur le sucre. Ceci, d'ailleurs, ne doit être regardé que comme un expédient, car, dans tous les cas, l'emploi du phosphate acide de chaux est préférable sous tous les rapports.

A la rigueur cependant, et dans les très-petites usines, en raison de la faible quantité d'alcalis qui se trouvent dans la

canne, on peut se contenter de saturer par l'acide carbonique les jus chaulés, et de passer immédiatement à la concentration. Les produits seront peut-être un peu moins beaux et moins purs, mais leur qualité sera beaucoup plus satisfaisante encore que celle des meilleurs sucres ordinaires, en raison de l'emploi du tannin.

Les vesous, déféqués, chaulés, saturés, phosphatés, clarifiés par décantation, n'ont aucun besoin de la filtration sur noir. Le noir ne leur apporterait aucun avantage, mais, bien au contraire, il serait plutôt une cause dispendieuse d'altération. Cette méthode le repousse donc absolument en principe et en fait, et les vesous passent immédiatement à la concentration, après la purification dont les phases viennent d'être exposées.

La concentration des vesous se fait d'après les principes de Curaudau, sur larges surfaces et minces épaisseurs; mais, au lieu de procéder par de vastes emplacements, comme dans le système Fryer, ou par insufflation d'air chaud, comme dans la méthode Philippe, le procédé suivi consiste à utiliser des chaudières à serpentin mobile disposées en gradins, de façon à donner, dans un emplacement restreint, une surface de chauffe considérable. Lorsque cette disposition n'est pas possible, on emploie les chaudières accouplées, à fond plat, avec serpentins en étrier. Enfin, s'il est nécessaire de se servir du feu nu, c'est la disposition indiquée par la figure 6 qui est regardée comme la plus avantageuse sous tous les rapports.

Sauf dans ce dernier cas, la concentration se fait d'une manière continue et automatique, en sorte que, même pour une usine considérable, un seul homme peut diriger tout l'ensemble de ce travail qui s'exécute à l'air libre, sans pourtant que la méthode proscrive l'emploi des appareils à basse pression.

Les jus concentrés, sortant directement de l'appareil à 27° ou 28° B. de densité, subissent une filtration mécanique avant d'entrer dans la chaudière de cuite, qui n'est autre chose qu'une modification de la chaudière de Wetzell, et avec laquelle on peut atteindre le point de cuite sans dépasser 85° ou 90° de température dans la masse, et même en restant au-dessous de ce point. La cuite se fait, à volonté, en grains ou en sirop. La cristallisation se fait ou se complète en bacs; la purge des cristaux et leur blanchiment s'opèrent à l'aide de la turbine.

Les sirops d'égout de premier et de second jet sont recuits,

et le produit moyen en sucre de ce genre de travail varie pour les cannes à 18 0/0 de richesse, entre 14 et 16 0/0 du poids de la canne, suivant la qualité de la matière première.

L'outillage prévu comporte un appareil distillatoire pour la fabrication du rhum, à l'aide des sirops d'égout de troisième jet, qu'on soumet à la fermentation.

Il n'est pas nécessaire de s'étendre davantage au sujet de cette méthode, dans laquelle toutes les phases essentielles de la fabrication sont prévues, non point à l'aide de nouveautés bruyantes, mais par la réunion d'une méthode chimique, simple et infaillible, avec un outillage approprié aux conditions à remplir, et surtout à la nécessité de diminuer les frais de main-d'œuvre et le prix de revient général du sucre aux cent kilogrammes.

Tout ce que l'on peut dire de plus net pour compléter les données sommaires qui précèdent, c'est que l'on peut établir tout l'outillage d'une sucrerie exotique traitant 50,000 kilogrammes de cannes en 12 heures, et produisant 14 0/0 de rendement en sucre marchand pour une somme qui ne dépasse pas 160,000 francs, tandis que, dans les procédés à grand bruit, il ne serait pas possible de monter une usine de la même importance à moins d'un million de francs.

Au point de vue de l'originalité de cette méthode, il n'y a pas lieu de se faire beaucoup plus d'illusions que la plupart des méthodes sucrières n'en comportent, et l'examen seul des faits est admissible. L'appareil extracteur est original dans son ensemble et dans quelques-uns de ses détails, dans l'adaptation de cylindres triturateurs réduisant la cossette en une pulpe susceptible de lévigation, la continuité réelle de la presse, due à l'addition d'une plaque filtrante de filtre-presse à charnière; enfin, quelques dispositions particulières des appareils à concentrer et à cuire représentent les seules nouveautés matérielles de cet outillage, dans lequel tout a été sacrifié à la simplicité des actions, à leur netteté et à la diminution de la main-d'œuvre. On peut encore ajouter, comme instrument particulier au système, la production de l'acide carbonique et la simplification du four à chaux, ainsi que les dispositions du filtre latéral. Tout le reste de l'outillage est de tout le monde, et nous ne sachions pas que personne ait à revendiquer la propriété des chaudières à déféquer, d'une turbine, d'un bac, d'une pompe, ou d'un monte-jus.

Sous le rapport chimique, il n'y a rien non plus dans cette méthode de bien nouveau, et elle se trouve plutôt constituée par un ensemble rationnel et systématique que par des procédés visant à la nouveauté. Ainsi l'emploi du tannin, que nous avons conseillé le premier en 1854, a fait à peu près le tour de l'Allemagne. Partout on s'est loué de cet agent; on a applaudi à l'idée si simple, grâce à laquelle on pouvait se débarrasser des matières albuminoïdes, et se défendre contre les procédés, si nuisibles à la sucrerie, de la culture intensive. De ce que nous ayons eu la première idée de cette modification utile à une époque déjà éloignée, il ne s'ensuit pas évidemment que cette idée ait conservé son caractère de nouveauté. On doit observer cependant que ceux qui ont voulu la mettre en pratique se sont trompés, précisément parce qu'ils ont cherché à substituer le complexe au simple, et que, au lieu de se servir de la première substance astringente venue dans son état normal, de se contenter d'en préparer une infusion, ils ont voulu se servir du tannin des chimistes, connu sous le nom de tannin de Pelouze. Ils se sont donc trouvés arrêtés, dans l'application que nous avions conseillée, par la difficulté de régulariser l'emploi de cet agent recommandable. Cette régularisation appartient à la méthode ci-dessus.

Il en est de même de l'emploi du biphosphate de chaux, dont l'idée primitive date de 1842. Pour constituer la méthode dont nous venons de parler, nous n'avons nullement songé à faire ce qu'on est convenu d'appeler de la nouveauté, et sauf quelques détails d'outillage, quelques modifications du traitement chimique, qu'une étude plus approfondie du sucre rendait indispensable, nous nous sommes contenté simplement de coordonner et de grouper ce que nous avons trouvé de meilleur dans les choses connues et appréciées. C'est à cela que s'est borné notre rôle d'inventeur, qui est, ainsi qu'on peut le voir, des plus modestes. Chaque fabricant peut, avec un peu de bon sens, quelques connaissances théoriques et pratiques, et une étude approfondie de la sucrerie, en faire autant pour son usage personnel.

V. — USINES CENTRALES.

La fabrication du sucre, dans les colonies françaises, se débat contre une foule de dangers qui la menacent dans son existence et, non contente d'avoir à lutter contre des périls réels, elle cherche à s'en créer de factices et d'illusoires. Les planteurs sont aujourd'hui partagés en deux camps : les amis de la nouveauté et les partisans quand même de la routine. Nous n'entendons pas ici, par *amis de la nouveauté*, les chercheurs d'utopies, et nous reconnaissons que, parmi les partisans des vieux systèmes, on rencontre des hommes fort recommandables par leur expérience; mais il ne sera pas inutile de jeter un coup d'œil sur les idées des uns et des autres, avant d'examiner plus en détail la question de ce qu'on appelle pompeusement les *usines centrales*.

On sait que le système suivi dans la sucrerie coloniale est tout à fait primitif : un écrasage et une pression par à peu près des cannes entre trois ou cinq rolls horizontaux ou verticaux ne donnent qu'une partie du jus de la plante ; un séjour du vesou dans un bac de repos favorise les altérations, bien qu'il ait pour but de laisser déposer les impuretés les plus grossières, en attendant que l'on puisse envoyer la liqueur à la grande; l'écumage du vesou dans cette chaudière et les deux suivantes constitue presque toute la défécation, puisque l'*enivrage* est regardé toujours comme accessoire, et souvent comme inutile; enfin, la cuite, faite à trop haute température et à feu nu, précède une cristallisation plus ou moins mal soignée, une purge incomplète, et l'on fait une perte considérable en sucre par l'habitude contractée de ne pas traiter les sirops d'égout. Malgré ses nombreux défauts, cette méthode a survécu à tous les efforts tentés pour la modifier; elle a été défendue par toutes les raisons possibles et, en fait, elle subsiste encore presque partout. Ce fait doit présenter une raison d'être assez sérieuse pour rendre compte de sa permanence, et ce n'est pas toujours par les meilleurs arguments que l'on parvient à détruire les anomalies de ce genre. Ainsi, le vieux système colonial fournit un rendement de 4,5 à 5, en moyenne, avec une plante qui renferme de 18 à 20 de sucre; une autre quantité est perdue dans les mélasses, et le reste sert de combustible : rien, assurément,

n'est plus opposé aux habitudes manufacturières de l'Europe, ni plus contraire aux notions les plus élémentaires de l'économie industrielle, et cependant, nous le répétons, un tel état de choses persiste, et il durera probablement longtemps encore, défendu qu'il est par sa simplicité même.

C'est là, en effet, qu'il faut chercher la vraie raison qui fait conserver cette méthode désastreuse. Avec une plante aussi riche que la canne, *on peut* brûler la moitié du sucre qu'elle renferme, en gaspiller un quart, pourvu que l'autre quart, extrait sans peine par des moyens habituels, à la portée des intelligences qui les mettent à exécution, fournisse un bénéfice suffisant. Qu'a-t-on besoin de se gêner dans de pareilles conditions?... La simplicité de l'outillage et des opérations de l'ancienne méthode, simplicité qui la rend accessible aux idées rudimentaires de la masse des hommes de couleur, nous paraît donc être le seul motif spécieux que l'on puisse invoquer en sa faveur.

Ce motif n'est que spécieux, car on doit convenir d'un fait à peu près inattaquable pour tous ceux qui ont observé; à savoir que si, dans les pays sucriers, des ouvriers se montrent intelligents et habiles à exécuter, ce sont précisément ceux qui appartiennent à la race nègre; c'est parmi les hommes de couleur que l'on rencontre aux colonies ceux qui exécutent avec le plus de perfection des travaux devant lesquels beaucoup de nos ouvriers européens reculeraient ou qu'ils exécuteraient d'une façon désastreuse. Ceux qui invoquent un pareil prétexte n'ont jamais eu l'occasion, pensons-nous, ou la volonté, ce qui revient au même, d'étudier les ouvriers de nos campagnes et même ceux de nos grandes villes. Ils auraient pu faire d'utiles comparaisons qui n'eussent pas toujours été à l'avantage de la race blanche. Le prétexte invoqué n'est donc que spécieux, et nous devons déclarer que nous n'y attachons nulle importance.

Or, les partisans du progrès colonial sont partagés, de leur côté, par des idées et des vues différentes : les uns veulent que l'on se contente d'améliorer la méthode ancienne dans les limites du possible, tout en lui conservant son cachet de simplicité; les autres veulent qu'on lui substitue le plus tôt possible l'instrumentation et les procédés de la sucrerie européenne.

Avec les premiers, l'amélioration des appareils lamineurs,

une seconde pression après l'immersion de la bagasse dans l'eau, un enivrage suffisant dans les bacs de repos, l'application de la plus forte chaleur sur le vesou placé dans la grande, sous laquelle serait disposé le foyer, la cuite à une température beaucoup moins élevée, une cristallisation en formes ou en bacs, suivie de la purge par la turbine, un bon traitement des sirops d'égout, formeraient l'ensemble des perfectionnements qu'ils réclament et voudraient voir adopter.

Ces éléments de fabrication constitueraient un progrès tel que la production serait aussitôt doublée au moins, sans augmentation sensible de frais, et sans que l'on puisse crier contre la complication de la méthode. Les travailleurs noirs n'auraient aucun effort d'intelligence à faire pour se plier à ce système, dont ils connaissent déjà les principaux détails. Il n'y a point ici d'objections sérieuses à faire, et les planteurs qui reculent devant des mesures de ce genre ont adopté un système inexcusable de parti pris contre lequel la raison n'a rien à faire.

D'autres esprits progressifs prétendent que l'on peut transporter aux colonies l'ensemble des méthodes usitées en Europe pour le traitement de la betterave sucrière, et de toute la portion des instruments et appareils applicables à la canne. Il y aurait, dans ce cas, suppression facultative des rolls et emploi du hache-paille pour la division des tiges saccharifères, macération des cossettes fraîches ou desséchées, défécation par la chaux, filtration sur le noir, concentration, deuxième filtration, cuite dans le vide, cristallisation en formes, égouttage à l'étuve, etc. Les sirops d'égout seraient traités jusqu'à épuisement, et leur cristallisation, opérée en bacs, serait suivie de l'égouttage à la turbine. Enfin, les opérations du raffinage pourraient se faire aussi bien qu'en Europe.

Dans notre premier travail sur l'industrie sucrière, nous ajoutions à ce propos l'appréciation suivante :

« Nous devons avouer que ce plan, quoique très-rationnel et applicable dans plusieurs contrées, présenterait souvent de grandes difficultés, qui naîtraient surtout de la complication des procédés et de la peine que l'on éprouverait à y façonner les ouvriers. Les dépenses d'installation, fort considérables, doivent également être portées en ligne de compte. L'emploi du noir, inutile pour le vesou dans lequel on n'aurait introduit que la faible quantité de chaux nécessaire pour un bon enivrage,

deviendrait indispensable dans le cas d'une défécation complète, et il surgirait souvent des obstacles presque insurmontables dans des pays où les arts mécaniques sont encore dans l'enfance.

« Nous préférerions donc, toutes choses égales d'ailleurs, le mode de fabrication dont nous avons indiqué les bases, et nous conseillons vivement aux planteurs d'y avoir recours, sans se lancer dans la voie des impossibilités. Le temps viendra où de telles modifications seront faciles, tandis qu'aujourd'hui elles nous semblent présenter trop de chances d'insuccès. »

Nous reconnaissons volontiers que la marche des événements nous a donné tort; que nombre de sucreries prospères se sont établies pour la fabrication du sucre exotique, en adoptant avec succès la plupart des errements de l'industrie indigène, au moins en ce qui dépend de l'exécution des procédés et de la conduite des appareils. On dirige fort bien aux colonies la défécation à l'européenne, suivant l'un ou l'autre des trop nombreux systèmes préconisés parmi nous; on fait très-bien la saturation; on se tire au mieux possible de l'emploi du noir; on utilise aussi bien qu'en Europe les appareils à basse pression pour la concentration et la cuite; la cristallisation et la purge s'exécutent avec autant de perfection que dans les usines de l'ancien monde. L'objection faite a donc cessé de présenter la moindre valeur à cet égard, mais il ne semble pas que le résultat en soit beaucoup meilleur. Que des fabricants de sucre exotique, mis au courant des pratiques de la sucrerie indigène, fassent fonctionner d'une manière parfaite les engins de la fabrication perfectionnée, qu'ils en aient adopté, peut-être sans réflexions suffisantes, le matériel et les procédés, enfin, qu'ils soient contents d'eux-mêmes, cela leur fait-il extraire 15 sur 18 de sucre que renferme la canne? Non pas, car les plus habiles d'entre eux, ceux qui ont dépensé le plus d'argent, ceux qui se vantaient le plus, ce qui n'est pas peu dire, au moment de l'Exposition de 1867, n'ont pas dépassé dans leurs plus beaux jours le rendement de 9 0/0 de sucre, en sucre marchand. Il n'y a pas là, suivant nous, matière à tant s'exalter, ni à être si satisfait. Nous aimerions mieux qu'un fabricant par l'ancien système vînt nous démontrer que, avec son *équipage*, il est arrivé à produire 9, c'est-à-dire à doubler son rendement, que d'entendre proclamer ce même chiffre de 9

comme une véritable merveille, en présence de dépenses énormes jetées dans l'outillage, et nous pensons être dans le vrai industriel en raisonnant ainsi.

Nous avons dit quelques mots précédemment sur ce qu'on a décoré du nom prétentieux d'*usines centrales*, et nous allons chercher à compléter par une étude rapide l'idée générale que nous avons exprimée à ce sujet.

Si nous croyons qu'il est profondément injuste, de la part des planteurs, de rejeter leur mauvaise situation sur l'industrie indigène, si nous pensons qu'ils devraient, avant tout, s'en prendre à leurs propres fautes de la plupart de leurs mécomptes, nous ne croyons pas moins contraire à l'équité la manie de spéculation qui porte à abuser de tout et de tout le monde.

L'histoire anecdotique de la sucrerie semble démontrer, comme il a déjà été dit, que la première idée des usines centrales a été émise par Payen, et cela n'aurait rien d'étonnant. Quoi qu'il en soit, ces usines établies à grands frais par une grande entreprise de chaudronnerie n'ont d'autre but et d'autres résultats que l'exploitation des planteurs, leur ruine et la substitution des intérêts du chaudronnier aux intérêts du colon. Cette proposition sera démontrée dans un instant d'une façon péremptoire.

Les usines centrales nous paraissent une exploitation dont la morale publique devrait se préoccuper autant, au moins, que des prêts usuraires. Faisons observer, d'abord, que nous ne critiquons ici aucune personnalité, mais que nous nous élevons de toute l'énergie de la conscience contre ce que nous regardons comme une iniquité révoltante.

Le raisonnement que l'on a pris pour point de départ doit exciter l'indignation de tous les esprits loyaux.

La canne renferme de 0,14 à 0,20 de sucre facile à extraire : admettons que le chiffre moyen de sa richesse saccharine soit de 17 pour 100 seulement, et nous aurons entre les mains les véritables éléments de la question, sans être forcé de recourir aux allégations passionnées des détracteurs ou des enthousiastes.

En présence du faible rendement en sucre obtenu par les planteurs fabricants et de la richesse réelle de la canne, le procédé à suivre était facile. Nous ne voulons pas dire qu'il fût honnête dans tous ses détails. Il suffisait d'offrir aux colons, pour chaque

millier de kilogrammes à livrer par eux, une quantité de sucre égale à ce qu'ils étaient habitués à retirer, en faisant valoir cette raison que, désormais, n'ayant plus à dépenser d'argent pour l'extraction du sucre, ils pouvaient se livrer entièrement à la culture de la canne et à son amélioration; que, en s'engageant à fournir leurs cannes à l'usine à monter, ils pouvaient faire fructifier aisément leurs capitaux, qui cessaient d'être engagés dans un outillage plus ou moins considérable. En leur faisant souscrire des marchés dans ce sens, on se trouvait, sans avoir pris la peine de cultiver, sans achat, sans risques, à la tête d'une matière première représentant encore 18 — 5 = 13 de sucre pour 100, c'est-à-dire autant que les meilleures variétés de betteraves. Aussitôt que ces marchés étaient signés, l'opération n'était plus qu'une affaire de chaudronnerie. Comme le principal promoteur de cette spéculation se trouvait être un chaudronnier, il ne s'agissait plus que de monter l'établissement, sur le plus gros devis possible. L'intérêt du chaudronnier était là. Outre sa part comme associé, il commence par toucher sur les profits, non-seulement la valeur réelle de son matériel, mais un bénéfice énorme, presque fantastique. On peut dire, sans crainte de se tromper, que le constructeur est le véritable maître de l'usine dite centrale. A ceci nous ne verrions rien à dire si la vérité tout entière avait été dite aux planteurs, s'ils n'étaient pas liés par des marchés onéreux, ou si leurs obligations étaient compensées par une participation équitable dans les résultats...

Voici quelques chiffres sur la valeur d'une sucrerie installée sur les bords du Mississipi :

Dépenses d'établissement d'une sucrerie en Louisiane.

	Piastres.	Francs.
1° 600 toises de terre, faisant face au fleuve, sur une profondeur de 2,400 toises, ou, en superficie, 1,655 arpents, soit 565 hectares.	60,000	325,800
2° Sucrerie, machine, moulins, accessoires	20,000	108,600
3° Bâtisse, installation	10,000	54,300
4° Personnel.. { 55 nègres... 45 négresses. 40 négrillons. } 140 à 150 piastres...	70,000	380,100
5° 60 chevaux et mulets à 70 piastres	4,200	22,806
6° 60 bœufs, de 15 à 20 piastres	1,000	5,430
7° Instruments aratoires, matériel de toute espèce	2,000	10,860
Totaux	167,200	907,896

Nous admettrons qu'un tel établissement *devrait* récolter 12,375,000 kilogrammes de cannes exploitables, si la récolte ne se faisait qu'à la maturité complète; mais le chiffre de 75,000 kilogrammes par hectare est trop considérable par diverses raisons. En supposant la récolte à un an, il faut tenir compte des terres laissées en repos pour une cause ou pour une autre, des portions cultivées en plantes alimentaires, de la diminution du produit, etc., et nous regarderons la récolte comme égale seulement à 16,000 kilogrammes par hectare, en moyenne annuelle, ce qui donnerait un chiffre total de 9,040,000 kilogrammes.

Cette quantité, calculée sur le rendement de 5 pour 100, devrait produire 452,000 kilogrammes de sucre; elle coûterait la rente de 807,896 francs d'une part et, de plus, les frais de réparation et d'entretien de l'usine, ceux de nourriture et d'entretien des travailleurs, la nourriture du bétail; enfin les frais généraux de toute espèce devraient être ajoutés au prix de revient.

Une telle usine, transformée en usine centrale, pourrait aisément travailler le triple de cannes; elle ne présenterait pas l'embarras de la culture, la nécessité de consacrer un capital considérable à l'achat des terres, des travailleurs et du bétail; d'un autre côté, les planteurs-cultivateurs, propriétaires ou tenanciers du sol, n'auraient plus à faire la dépense d'une installation industrielle; leur personnel, leur instrumentation et leurs risques seraient considérablement réduits; de là il résulte un avantage notable pour les uns et pour les autres.

Cela serait exact de tout point si le planteur participait aux bénéfices de l'usine; mais, dans les conditions où ces sortes d'affaires se sont organisées, il ne peut venir à l'esprit d'aucun planteur sérieux de se laisser séduire par un piége aussi grossier.

Reprenons, en effet, la démonstration par les chiffres, afin de convaincre les plus incrédules.

Prix de revient approximatif du sucre colonial, dans une usine ordinaire.

1° Rente du capital........................	40,394 fr. 80 c.
2° Frais généraux et dépenses annuelles.......	90,400 »
	130,794 fr. 80 c.

Produits : Sucre, 452,000 kilogrammes; mélasse et rhum, 16,200 francs (valeur à déduire)...	16,200 »
Total.......	114,594 fr. 80 c.

Les 452,000 kilogrammes de sucre coûtant 114,595 francs en chiffres ronds, le prix de revient des 100 kilogrammes se trouve porté, dans ces circonstances. à 25 fr. 35 c. environ.

Si nous recherchons maintenant quels sont les avantages réels apportés au planteur par les usines centrales, nous verrons que son capital doit être diminué de la valeur de la sucrerie, des machines, etc., d'une partie des bâtisses, de la moitié de son personnel, ainsi que du tiers de son bétail. Ses frais annuels sont diminués de la moitié, à très-peu de chose près, et comme l'usine lui donne en sucre 5 pour 100 du poids de ses cannes, son compte de revient repose sur les éléments suivants, calculés sur la sucrerie dont nous avons évalué les dépenses de premier établissement.

1° Valeur de 565 hectares de terre............	325,300f	» c
2° Moitié des bâtisses et des constructions......	27,150	
3° Moitié du personnel travailleur............	190,050	
4° 40 chevaux et mulets....................	15,204	
5° 40 bœufs............................	3,620	
6° Instruments aratoires, matériel agricole.....	8,000	
Total.........	569,324f	
1° L'intérêt de ce capital s'élève à............	28,466f	20c
2° Frais annuels, frais généraux, etc...........	45,200	»
	73,666	20

En échange de ce chiffre de frais, le planteur-cultivateur reçoit 5 pour 100 net en sucre, soit 452,000 kilogrammes qui lui reviennent, dans ce cas, à 16 fr. 30 c. environ les 100 kilogrammes. Son bénéfice est assez augmenté pour qu'il soit difficile de résister à la tentation, surtout s'il tient compte de la diminution de ses risques. Il reste cultivateur et cependant il continue à pouvoir vendre autant de sucre que lorsqu'il était, en outre, fabricant, et il n'a plus à supporter les ennuis de la fabrication.

Si nous examinons maintenant la situation d'une usine *dite centrale*, destinée à élaborer les produits agricoles de trois plantations, soit 27,120,000 kilogrammes de cannes, nous pourrons porter les dépenses primitives à un chiffre d'environ

800,000 francs, tout compris. Ce chiffre n'a rien d'exagéré, et il peut cependant suffire à la création d'un établissement fondé sur les meilleurs systèmes suivis en Europe.

Les frais généraux et les frais annuels peuvent être évalués à 120,000 francs au maximum, ce qui donne une somme de 160,000 francs, en y ajoutant l'intérêt du capital.

Moyennant ces frais, une usine bien montée peut retirer facilement 12k,5 de sucre par 100 kilogrammes de cannes fraîches, épuisées par une bonne méthode et par une suite d'opérations convenables. On obtiendrait ainsi 3,390,000 kilogrammes de sucre cristallisé, et la valeur de la mélasse *épuisée* ne serait plus portée qu'au chiffre moyen de 30,000 francs, en y comprenant celle du rhum obtenu. On aurait les éléments du compte suivant :

1° Intérêt du capital....................	40,000 fr.
2° Frais annuels et frais généraux........	120,000
Total........	160,000
A déduire : valeur de la mélasse.........	30,000
Reste........	130,000

Du produit en sucre obtenu, il faut déduire la part qui revient aux trois plantations, soit 1,356,000 kilogrammes et il reste à l'usine un produit net de 2,034,000 kilog. de sucre revenant seulement à 6 fr. 40 c. les 100 kilogrammes !

Or, si nous estimons la valeur vénale du sucre brut à 40 francs, déduction faite de tous frais, nous trouverons que, lorsque les planteurs font un bénéfice de 321,372 francs, l'usine *peut* encaisser 683,424 francs, c'est-à-dire plus du double. Il ne faut pas, sans doute, faire reposer des conséquences exagérées sur les chiffres qui précèdent, bien qu'ils soient basés sur les dépenses primitives d'une sucrerie établie par M. Avequin et dont les chiffres sont cités par M. Boussingault. Il convient encore de faire observer que, dans les pays où le travail est libre, la main-d'œuvre revient beaucoup plus cher; mais, quelque objection que l'on puisse faire contre ces chiffres, considérés en eux-mêmes et intrinsèquement, on ne peut attaquer la proportionnalité qui existe entre le gain des planteurs et celui des usiniers. Cette relation est comme 3 est à 6, au plus et, pour s'en convaincre, il suffit de s'assurer que les

usines centrales *peuvent* extraire au moins 12 de sucre de 100 parties de cannes.

Admettons, pour point de départ, que la canne renferme 17 pour 100 de sucre en moyenne; nous trouverons que, dans les procédés ordinaires, on retire de 1,000 parties de cannes :

Sucre brut obtenu..........................	60 au plus.
Sucre laissé dans la bagasse................	80 au moins.
Sucre engagé dans la mélasse ou transformé en sucre non prismatique..................	30 au moins.

On trouve, sur ces bases, un élément facile d'appréciation. En effet, on peut épuiser la bagasse fraîche ou les cossettes de manière à retirer au moins 60/80 du sucre qu'on y laisse habituellement, et ce chiffre répond à 40 parties de sucre libre, extrait directement, en plus des résultats habituels, et 20 parties engagées ou transformées dans la mélasse.

Par un procédé convenable d'épuisement, on peut donc obtenir, directement et de premier jet, 100 de sucre pour 1,000 de cannes et, en outre, de 65 à 70 de mélasse renfermant 50 parties de sucre engagé ou transformé; sur ces 50 parties de sucre contenues dans la mélasse, l'analyse démontre qu'il en existe au moins 31,50 à l'état de sucre prismatique, que l'on pourrait extraire à peu près en totalité par la baryte, mais dont on peut retirer aisément les 2/3 au moins par des moyens beaucoup plus simples, c'est-à-dire en se contentant de traiter les sirops d'égout, jour par jour, par une cuite convenable suivie de la cristallisation en bacs. On peut même obtenir des sucres de troisième jet beaucoup plus facilement qu'en traitant les sirops d'égout de betterave, puisque la canne ne contient qu'une proportion insignifiante de sels, comparativement à notre racine saccharifère.

Une usine bien montée peut donc, par des procédés rationnels, obtenir de 1,000 kilogrammes de cannes :

Sucre de premier jet..............................	100
Sucre de second et de troisième jets, 21 à 25, soit..	23

Ce qui conduit à 12,30 au moins pour 100, abstraction faite de la mélasse, et sans tenir compte des 20/170 laissés dans la bagasse, que l'on pourrait épuiser plus complétement, sans plus

de peine, puisqu'il suffirait pour cela d'employer un bon procédé de lévigation méthodique analogue à celui qui a été indiqué. Or, l'usine rendant 5 pour 100 au planteur, il reste à celle-là 7,30 pour 100 qui ne lui coûtent qu'un prix insignifiant.

Une petite fabrique organisée, non point par des ingénieurs constructeurs, ignorants de tout ce qui concerne la sucrerie, sauf de la question des engins qui leur sert à exploiter les fabricants, mais par des hommes habitués aux questions chimiques et physiques qui intéressent la sucrerie, assouplis à toutes les exigences que les procédés présentent dans leur exécution, une telle fabrique, disons-nous, ne peut produire moins de 13 à 14 pour 100 en sucre marchand, et nous avons fait voir que l'on peut dépasser même le rendement de 16 pour 100, en trois jets, ce qui ne présente au fond nulle difficulté réelle. Comment donc se fait-il que les usines Cail n'ont jamais dépassé 9,5 de rendement réel, qu'elles n'ont fait aucune tentative pour dépasser ce chiffre, lequel ne leur rapporte en bénéfice brut que 4,5 de sucre et la mélasse? La raison en est fort simple. Il importe peu, en effet, à l'affaire Cail, de faire plus ou moins de sucre, pourvu que le chiffre obtenu paye largement les frais et lui permette de construire de gros matériels aux dépens de la sucrerie.

Nous ne critiquons aucune idée personnelle, dans ce temps où le bénéfice est le seul mobile, mais nous avons le droit de nous mettre à la place des planteurs et d'étudier l'opération en elle-même, en tant qu'elle touche à l'intérêt des colonies.

En principe, l'idée des usines centrales est bonne; elle est un rudiment de l'idée d'association, la seule forte et appelée à diriger l'avenir, pourvu qu'elle soit honnête.

Or, en application, les usines centrales sont mal comprises aujourd'hui sous tous les rapports; elles constituent un étrange abus de la force au préjudice de la faiblesse, et l'on élève tous les jours des procès contre des faits moins coupables que ceux dont nous parlons. Il ne s'agit pas d'être devenu riche à millions pour que l'on ait le droit légal ou moral d'augmenter ces millions en pressurant autrui; il ne faut pas croire que l'on est juste lorsque l'on profite d'une mauvaise situation pour accaparer une industrie aux dépens de ses vrais propriétaires.

Les usines centrales sont la ruine des planteurs.

Tous ceux qui ont eu affaire à ces établissements n'ont plus aujourd'hui assez de regrets pour déplorer leur sottise. Ils avaient été prévenus cependant par les hommes qui, portant un intérêt réel à la sucrerie, désiraient le succès des fabricants plutôt que l'enrichissement des exploiteurs. Nous écrivions à ce sujet, il y a quinze ans, les lignes suivantes, relativement aux colons :

« On leur *donne* aujourd'hui cinq, ce qui n'est pas assez considérable... Dans dix ans, *peut-être*, ils devront s'estimer fort heureux si on leur *accorde trois!* Ils auront perdu l'habitude de leur industrie, transformé leurs établissements demi-manufacturiers, demi-agricoles, en exploitations culturales et, comme on sera à la tête de la situation, ne leur fera-t-on pas des conditions inacceptables? L'homme d'argent est toujours le même.

« Les planteurs qui ont donné dans ce piége n'ont vu qu'une seule chose : ils allaient pouvoir *vendre autant* de sucre sans avoir la peine de le faire! Ils n'ont pas compris, sauf quelques-uns peut-être, qu'ils remettent ainsi leur avenir entre les mains de ceux qui ont un intérêt à leur perte. C'est une mine splendide que l'exploitation de la canne et, dans quelques années, elle appartiendra aux plus *habiles*.

« Quand les planteurs sauront réfléchir et mettre le pied sur l'égoïsme qui les dévore, ils comprendront la nécessité de s'entr'aider au lieu de servir de piédestal à certains spécialistes d'Europe, qui ne voient dans la misère des colonies qu'une occasion d'affaires, qu'une *spéculation à monter*. Nous le disons avec chagrin, parce que cela est triste, mais nous le disons franchement, parce que c'est notre devoir : les usines centrales actuelles sont une *exploitation habile*, dont le résultat sera d'enrichir quelques-uns en ruinant tous les autres... Qu'importe la souffrance d'autrui à ceux qui fondent de telles affaires! »

Nombre d'autres personnes ont cherché à éclairer la sucrerie de canne en lui faisant voir ses véritables intérêts et lui faisant toucher par avance les résultats forcés d'une opération absurde, et parmi ces hommes désintéressés, nous avons été heureux de rencontrer toujours sur la brèche, aussi infatigable que zélé, M. le comte d'Adhémar, dont le nom seul devrait

être une leçon et une garantie pour les fabricants de sucre exotique.

Les tentatives ont été vaines; les efforts superflus et les usines centrales se sont établies dans presque toutes nos colonies, malgré toutes les raisons sérieuses apportées contre leur création. Ce résultat a presque justifié l'outrecuidance d'un émissaire de l'établissement de construction qui dirige cette affaire, lequel s'écriait, au dessert d'un grand dîner, dans une des Antilles, que, dans dix ans, la fabrication exotique serait tout entière courbée sous cette dépendance. Le résultat n'a pas été tout à fait aussi malheureux, grâce à Dieu, et il s'est fait depuis quelques années, contre les agissements de la trop célèbre spéculation, une réaction à laquelle nous sommes heureux d'avoir largement contribué. On sait, aujourd'hui, dans les pays d'outre-mer, ce que valent les promesses brillantes et les devis de certains grands constructeurs; on a compris la nécessité de renvoyer ces gens à leurs rivets et à leurs tôleries, de ne les prendre que pour ce qu'ils sont, pour des manœuvres exécutant les ordres qu'on leur donne. Cette réaction sera peut-être le salut des colonies, mais, en revanche, on peut être tranquille sur le sort de la spéculation elle-même; car, en sentant les colonies lui échapper, elle a voulu gratifier l'Europe, la France surtout, d'un système analogue, dans lequel tout le bénéfice est pour la construction.

Que les fabricants de sucre exotique ne nous portent pas trop envie, qu'ils n'exaltent pas trop l'intelligence de nos producteurs et de nos fabricants, sous peine de commettre une grosse erreur. Nous avons aussi nos usines centrales, et l'exploitation rencontre partout la sottise humaine à sa disposition.

Nous n'espérons plus, pour notre compte, un remède à cette situation, que dans le succès légitime de la sucrerie agricole, de la petite sucrerie et de la moyenne fabrique. Alors seulement, et ce temps est prochain, l'exploitation doit fatalement succomber par faute de matière première. Le fermier, le producteur qui, dans tous les pays du monde, pourra transformer à son gré, chez lui, sans déplacement, sans transport, à l'aide d'un outillage peu coûteux, les produits de son champ de cannes ou de betteraves, ne sera plus assez inconsidéré pour faire la fortune d'autrui à son propre préjudice, surtout s'il obtient des rendements supérieurs à ceux que peuvent donner les grands établissements industriels.

Il a été dit tout à l'heure que, en principe, l'idée des usines centrales est bonne, parce qu'elle est le rudiment de l'idée d'association, laquelle, suivant nous, doit diriger l'avenir, pourvu qu'elle soit honnête. Ce qu'un seul ne peut pas faire, même sous de petites proportions, deux ou trois peuvent l'accomplir et, déjà, au sujet de la sucrerie agricole en France, nous voyons cette idée faire un chemin gigantesque. Nous nous rendons compte, cependant, des difficultés qu'elle présente dans les pays coloniaux; nous savons combien les planteurs répugnent à s'associer les uns avec les autres, et nous ne cherchons plus à lutter contre une tendance malheureuse des mœurs locales, que l'avenir seul parviendra à détruire. Mais dans ce cas, pourquoi ne pas agir seul, puisque, aujourd'hui, il existe des moyens économiques de fabriquer des quantités notables et de produire de bons rendements avec des dépenses dix fois moindres?

Reprenons encore un instant les indications des chiffres.

Les trois planteurs qui ont fourni à l'usine centrale les 27 millions de kilogrammes de cannes indiqués dans notre raisonnement précédent auraient pu établir une usine spéciale pour le service commun de leurs plantations. Cette usine leur aurait coûté 800,000 francs... soit; le chiffre importe peu. Cette somme se serait trouvée couverte, au moins en grande partie, par la diminution de leur *capital dormant*, par la restriction de leurs frais, un personnel moindre, etc.; ils auraient placé à la tête de cette usine *un homme à eux*, *largement rétribué*, qui leur aurait peut-être coûté 25,000 francs... soit encore; malgré tout cela, ou plutôt par tout cela, leur bénéfice aurait été trois fois plus considérable.

Ils n'auraient pas plus de peine qu'avec les usines centrales; ils ne feraient que de la culture; mais ils auraient leur usine à eux; mais les bénéfices seraient à eux et non au premier venu, et tout ce résultat ne leur coûterait que la peine de vouloir s'entendre, puisque les dépenses de leur usine commune seraient fournies par les économies réalisées sur leurs établissements particuliers.

Cette voie d'association est la seule qui puisse sauvegarder les planteurs contre le danger immense qui les menace, et, quelle que soit la forme qu'ils adoptent, c'est par l'*association entre eux* qu'ils échapperont à de malheureuses éventualités.

Du moment où les spéculateurs pénétreront chez eux, entreront de compte à demi dans leurs affaires, ils sont perdus sans ressource; ils verront bientôt se substituer à eux ceux qu'ils ont accueillis comme des sauveurs, et il sera malheureusement trop tard pour adopter des moyens énergiques. Aujourd'hui qu'il en est temps encore, nous leur conseillons de se réunir pour la fabrication, de perfectionner leur industrie par des efforts communs, tout en restant isolés en tant que producteurs, mais de ne pas se livrer à la merci de leurs plus redoutables ennemis avec une imprudence aussi manifeste. Nous voudrions nous tromper, assurément, mais nous avons la conviction d'être dans la vérité et nous savons, en écrivant ces lignes, quels sont les calculs et les espérances que l'on fonde sur la crédulité des fabricants d'outre-mer.

VI. — APPRÉCIATIONS FINANCIÈRES.

En examinant les faits qui touchent à la sucrerie exotique, on ne peut s'empêcher d'éprouver une sorte de stupéfaction en présence des résultats matériels accusés par les planteurs. Nous avons vu (t. I, page 559) que les frais de culture de la canne en Algérie s'élèvent à 485 francs, ce qui porte les 1,000 kilogrammes à 6,95 de prix de revient seulement. Il est certain qu'en appliquant ce chiffre, à titre de généralisation, à l'ensemble des pays producteurs de canne, on commet une exagération considérable, puisque, dans nombre de ces pays, les frais sont loin de s'élever à la moitié seulement de ce qui vient d'être dit. En adoptant ce chiffre de 6 francs 95 pour prix de revient des 1,000 kilogrammes, on ne peut donc être taxé d'aucune exagération en moins, et nous le prendrons pour base des calculs qui suivent, lesquels sont destinés à porter la lumière sur certains points encore obscurs de la sucrerie de canne.

On peut se contenter, pour cela, d'établir la comparaison entre les dépenses et les recettes d'une fabrique traitant 50 000 kilogrammes de canne par 12 heures, soit par la méthode des usines centrales, soit par une méthode simplifiée et rationnelle. Le calcul suivant ne se rapporte qu'à un travail de cent jours, afin de faciliter les appréciations.

Frais de fabrication dans un établissement dit perfectionné. pour le traitement de 50,000 kilogrammes de canne.

1° Coût du matériel, comprenant : extraction par le moulin, défécation, saturation, filtration sur noir, concentration et cuite par les appareils à basse pression, turbinage, etc.; prix des constructeurs à forfait pour une usine de cette importance, au moins	650,000 fr.
2° Frais, transports, montage, etc., au moins	150,000 fr.
Total	800,000 fr.

L'intérêt de cette somme à 10 pour 100 représente 80,000 fr., soit, par jour, 800 fr.

Matière première : 5,000,000 de kilogrammes à 6,95 les 1,000 kilogrammes = 34 750 francs, soit, par jour, 347f,50.

Les frais de fabrication en Europe devraient être comptés en moyenne à 25 francs aux 1,000 kilogrammes ou à 18 francs au moins en déduisant le prix du charbon et en le comptant à sa valeur normale. Il est clair que ce n'est pas dans une usine organisée avec l'outillage coûteux de la maison Cail, que l'on peut se passer d'un personnel dispendieux. Directeur, contre-maîtres, chauffeur, cuiseurs et hommes d'équipes, tout abonde; aussi reste-t-on dans la vérité en comptant l'ensemble des frais occasionnés par la fabrication d'un sac de sucre à peu près au même taux qu'en Europe.

En réunissant ces éléments et les comparant avec le rendement net d'une usine de ce genre qui est de 9,50 de sucre au maximum, mélasses non comprises, nous nous trouvons en face de la situation suivante pour une campagne de 100 jours.

1° Intérêts du capital	80,000 fr.
2° Matière première	34,750
3° Frais de fabrication pour un rendement de 9,5 pour 100, c'est-à-dire 4,750 sacs de 100 kilogrammes pour la campagne, à raison de 18 fr. par sac.	85,500
Total	200,250 fr.

Il résulte de ce chiffre que, sans tenir compte de la mélasse, et la bagasse ayant été considérée comme combustible, le prix de revient du sac de sucre est de 46 francs 36. Ce chiffre s'abaisserait évidemment en tenant compte de la valeur des mélasses, dont la quantité est variable; mais, comme cet élément sera également négligé dans l'appréciation suivante,

il y a lieu de ne pas s'y arrêter, puisque nous n'avons ici en vue qu'un aperçu comparatif plutôt que des chiffres d'une valeur effective.

Frais de fabrication dans une fabrique par lévigation pour le traitement de 50,000 *kilogrammes de canne, en* 12 *heures.*

1° Coût du matériel total, vapeur et moteur compris..	160,000 fr.
2° Frais, transports, montage, etc................	40,000
Total...............	200,000

L'intérêt de cette somme, à 10 pour 100, représente 20,000 fr., soit, par jour, 200 fr.

Matière première : 5,000,000 de kilogrammes, comme ci-dessus, à 6,95 les 1,000 kilogrammes = 34,750 francs, soit, par jour, 347f,50.

Par suite de la diminution de la main-d'œuvre, et en comptant la bagasse comme représentant les 2/3 du combustible, d'après les expériences comparatives faites sur la betterave, on ne peut élever les frais de fabrication au delà de 8 francs par sac de 100 kilogrammes. Admettons cependant le chiffre de 9 francs qui est fort exagéré. Nous trouvons :

1° Intérêts du capital.........................	20,000 fr.
2° Matière première...........................	34,750
3° Frais de fabrication pour un rendement de 14 pour 100, c'est-à-dire 7,000 sacs de 100 kilogrammes pour la campagne, à raison de 9 francs par sac.........	63,000
Total................	117,750

En laissant de côté la mélasse, comme dans le cas précédent, le prix de revient du sac de sucre est de 16 francs 25, c'est-à-dire près de trois fois moindre qu'avec l'emploi de ce qu'on nomme les appareils perfectionnés.

Ainsi, avec une dépense moindre des trois quarts, on peut établir une fabrique traitant la même quantité de cannes et rendant 33 pour 100 de sucre marchand en excédant et, toutes circonstances égales d'autre part, le prix de revient de ce sucre est moindre des deux tiers qu'avec les constructions Cail. Or, ceci peut se faire par tout le monde, et toute la question se réduit à extraire la presque totalité du vesou, et à supprimer les complications inutiles.

Si nous avions voulu établir des comptes de détail plus précis et ne pas nous borner à un simple aperçu, nous aurions pu constater des résultats identiques, bien que nous nous soyons borné ici au gros œuvre de la dépense de part et d'autre. Le fait est très-simple. A l'aide d'une dépense quadruple de premier établissement, du double des frais de fabrication nécessaires, les constructions Cail n'obtiennent pas au maximum les deux tiers du sucre extractible. Il semble que, en présence de données aussi nettes, il n'y ait pas lieu d'élever de discussions oiseuses, et que les grands outillages inutiles doivent être relégués là où ils auraient dû rester toujours. C'est du reste aux fabricants qu'il appartient de décider la question dans le sens de leur intérêt, mais, au moins, ils ne pourront pas prétendre qu'ils n'ont point été avertis.

Il ne s'agit pas ici d'un système particulier, et nous ne songeons pas à conseiller les errements de tel ou tel inventeur. Que l'on prenne un constructeur dans un pays quelconque, et que, sans se soumettre à son initiative ou à ses décisions pour les choses du sucre, auxquelles il n'entend rien, on lui fasse exécuter un instrument d'extraction pouvant rendre 86 à 88 de vesou par lévigation ou autrement, d'une manière continue; qu'on joigne à cela les chaudières nécessaires pour la purification des jus, un appareil de carbonatation, un appareil continu pour la concentration et un appareil de cuite à l'air libre; le nombre suffisant de bacs à cristalliser et de turbines, quelques monte-jus ou réservoirs, et les accessoires d'une organisation calculée pour 4000 kil. par heure de travail effectif, et l'on pourra se convaincre partout de la vérité pratique qui ressort des appréciations précédentes.

VII. — OBSERVATIONS SUR LA SITUATION DE LA SUCRERIE EXOTIQUE.

Il a déjà été dit quelques mots sur la situation de la sucrerie en général et de la sucrerie exotique en particulier (t. I, p. 696). Nous n'entendons pas revenir ici sur ce côté de la question, et nous laissons à chacun le soin de déduire les conséquences des faits matériels qu'il est facile de constater.

Les fabricants de sucre exotique ont dans les mains une plante d'une richesse inouïe, dont le jus est d'une pureté extra-

ordinaire, tellement facile à traiter qu'on en retire du sucre, même en faisant tout ce que l'on peut pour le détruire; cette plante fournit des récoltes très-abondantes, qui peuvent s'élever dans certains pays à plus de 100,000 kilogrammes à l'hectare, et représenter un produit effectif en sucre de 14,000 kilogrammes, ou de six à sept fois plus que ne peut donner la betterave; ils possèdent des facilités d'autant plus grandes que, même leur résidu, leur mélasse, leur fournit un produit recherché comme eau-de-vie de consommation; le prix de leur main-d'œuvre, en dehors de la nourriture de leurs ouvriers, est extrêmement minime, et cette nourriture elle-même se borne à la satisfaction de besoins très-primitifs. Or, avec tout cela, à quoi arrivent-ils et que produisent-ils? Le plus grand nombre extrait le tiers du sucre de canne; d'autres, en doublant ou en quadruplant leurs dépenses, en retirent la moitié et, nulle part, on ne voit de résolution bien déterminée à marcher dans le sens du véritable progrès. Comme nous l'avons déjà fait observer, il faut aux créoles, comme aux Français de nos provinces méridionales, du brillant, du clinquant, du gigantesque. Trop souvent ils font consister leur mérite, en tant que manufacturiers, dans la grandeur de leurs chaudières et de leurs appareils, dans la complication des mécanismes et dans l'exécution machinale de procédés qu'ils ne comprennent pas, ou dont ils ne saisissent pas la véritable portée. Quoi qu'ils en disent, et malgré leurs prétentions, ils ne connaissent pas le sucre, au moins pour le plus grand nombre, et ils se laissent guider par la passion ou la routine.

Comment s'étonner après cela de leur situation précaire? La quantité de cannes cultivées pour sucre suffirait à remplir les docks de tous les marchés du monde, et le produit réel de ces vastes plantations n'entre que pour une fraction insuffisante dans la consommation générale. Pour peu que, en Europe, la fabrication du sucre pénètre dans les exploitations agricoles, dans la proportion qui a été atteinte par l'industrie des alcools depuis 1854, le marché européen deviendra presque inabordable pour les sucres exotiques, et ils ne pourront soutenir la concurrence que par l'abaissement excessif des prix. Aujourd'hui, à la vérité, ils peuvent facilement produire des sucres bruts au prix de revient très-modéré de 0 fr. 16 le kilogramme, tandis qu'il est fort difficile d'obtenir des sucres indigènes au-

dessous de 0 fr. 40. Mais les sucres indigènes sont tout portés sur les grands marchés de consommation; ils n'ont pas à subir des frais considérables de transport, des déchets ou des pertes dans le voyage, et la situation commerciale se balance aisément.

Il convient d'admettre que les impôts exceptionnels ne sont pas durables de leur nature, et l'on peut prévoir le jour où les sucres indigènes pourraient être livrés à la raffinerie à 50 francs les 100 kilogrammes, ce qui anéantirait la sucrerie industrielle et créerait des obstacles presque insurmontables devant la sucrerie exotique.

Une telle situation est bien faite pour appeler l'attention des producteurs; car, s'il en est ainsi en présence d'un prix de revient très-bas, à 0 fr. 16, que l'on ne peut obtenir que par des modifications très-grandes dans les systèmes suivis et les outillages adoptés, il est évident que le prix de revient 0 fr. 40 à 0 fr. 45 qui est le prix réel des grandes fabriques exotiques donne lieu encore à des observations plus désagréables. Le prix de revient moyen de la grande fabrication indigène est aujourd'hui de 0 fr. 52 à 0 fr. 54; et il est impossible que les établissements de cet ordre subsistent, en présence des résultats de la sucrerie agricole. Mais quand même la sucrerie exotique pourrait produire dans des conditions de parité absolue avec la ferme indigène, c'est-à-dire à 0 fr. 40, jamais elle ne pourra vendre comme celle-ci à 0 fr. 50, puisque son prix de revient devra toujours être augmenté de la valeur du fret, du transport, du logement, des pertes et des réfactions.

On doit conclure de ce qui précède que, pour que la sucrerie de cannes puisse conserver avantageusement la place qu'elle mérite sur le marché général, il faut, de toute nécessité, qu'elle abandonne absolument les outillages coûteux et les méthodes incomplètes qui ne fournissent pas au moins un rendement de 12 à 14 pour 100.

Dans les pays producteurs de cannes, comme dans les contrées où l'on cultive la betterave, c'est dans la petite usine, dans la fabrique agricole, que se trouve le salut industriel, et bien que cette vérité compte aujourd'hui un nombre considérable d'adhésions, nous avons cru indispensable de la mettre encore une fois en lumière, dans l'espérance de voir les colons songer à la mettre en pratique.

CHAPITRE II.

Extraction du sucre du Sorgho.

Il est probable que, dans l'état actuel de l'agriculture, la betterave conservera en Europe sa suprématie comme plante sucrière, d'une part, et comme plante améliorante, de l'autre. Elle est devenue, en quelque façon, une des bases les plus puissantes de l'agriculture moderne, et elle est celle de toutes les plantes sarclées dont la culture doit être regardée comme la plus avantageuse, tant au point de vue de la nourriture du bétail et de l'amélioration du sol que par rapport à ses produits en sucre et en alcool. De même, sous un autre aspect, la canne à sucre paraît devoir être toujours le premier des végétaux saccharifères, et l'importance de ces deux plantes, au point de vue de l'industrie qui nous occupe, nous semble justifier pleinement l'étendue des détails dans lesquels nous sommes entré sur leur culture et leur traitement. Il n'est pas à dire pour cela cependant que d'autres plantes ne puissent pas être utilisées comme auxiliaires ou succédanés de la canne ou de la betterave. Il est possible qu'il se présente des circonstances dans lesquelles on ait besoin de pourvoir à la disette de l'une ou de l'autre des principales matières saccharines, et c'est lorsque nous nous plaçons à ce point de vue que nous avons peine à comprendre l'abandon et la négligence dont les végétaux saccharifères de moindre importance ont été l'objet. Nous espérons combler cette lacune en indiquant sommairement les faits relatifs à l'extraction du sucre de différentes matières premières, dont le rôle n'est que secondaire, il est vrai, mais qui peuvent, dans certaines circonstances données, présenter une importance capitale.

Ne peut-on pas admettre avec juste raison que, sous l'empire de certaines circonstances, la betterave puisse être atteinte par une de ces affections organiques, par un de ces parasites nuisibles qui ont déjà exercé sur elle leurs ravages, et dont les similaires sont aujourd'hui le fléau de notre viticulture? Qu'y aurait-il à faire, en présence d'une telle catastrophe, et en attendant qu'un remède efficace fût trouvé contre de tels acci-

dents, sinon substituer, au moins momentanément, le traitement sucrier du sorgho, du maïs, de la carotte, des cucurbitacées, à celui de la plante attaquée, dont les produits deviendraient, au moins pour un temps, illusoires ou insuffisants? Ce sont ces réflexions qui nous autorisent à parler ici du traitement d'une graminée saccharifère différente de la canne, et nous espérons que le lecteur comprendra toute la portée des observations qui vont suivre et le grave intérêt qui s'attache aux questions de ce genre.

I. — TRAITEMENT DU SORGHO SUCRÉ.

Il a été indiqué précédemment ce qu'il importe le plus de connaître au sujet du sorgho, dont nous avons donné la description et l'histoire sommaire, et dont nous avons étudié la culture. Il convient maintenant d'envisager cette plante intéressante au point de vue industriel de la fabrication et nous devons essayer d'en étudier la valeur.

Le manque d'éléments manufacturiers ne nous permet que des appréciations réservées; nous les livrons cependant à l'impression, dans l'espoir que l'opinion publique se portera à quelques efforts pour encourager la propagation du sorgho sucré, et lui faire prendre un rang honorable parmi nos cultures industrielles.

Si nous nous reportons aux premières analyses du sorgho, nous trouverons qu'il renferme 70 p. 100 d'eau et 16 p. 100 de matières sucrées, dont le tiers environ serait incristallisable, d'après M. Clerget.

L'hectare pouvant donner moyennement, sous le climat du midi de la France et en Algérie, 75,000 kilogrammes de cannes exploitables, cette quantité répond à 7,500 kilogrammes de sucre cristallisable, et à 8,250 kilogrammes de sirop, *en théorie*, bien entendu. Mais en admettant même que l'on ne retirât du sorgho que la moitié du sucre, on obtiendrait encore 3,750 kilogrammes de sucre cristallisé par hectare, rendement qui serait fort supérieur à celui que donne actuellement la betterave. Ce serait donc une industrie profitable, et nous en examinerons dans un instant l'importance.

Mais il ne faut pas croire que la première idée de l'application du sorgho à l'industrie sucrière soit chose nouvelle; les

meilleures inventions, les découvertes les plus profitables sont souvent dans le cas de n'être que la reproduction d'idées anciennes, dont on a abandonné la poursuite à leur origine, et que des travaux plus persévérants, des circonstances favorables portent ensuite, après des années, au pavois de l'opinion. En voici la preuve au sujet du sorgho.

« En mai 1811, M. Degérando a entretenu le Conseil de la Société d'encouragement des expériences faites par M. Arduino, professeur de chimie à Padoue, pour extraire la matière sucrante des tiges du *holcus sorgho* de Linnée, ou millet d'Inde, plante élevée, à feuilles de roseau, dont la houppe renferme une grande quantité de graines, et qu'on cultive dans le nord de l'Italie. Il dit avoir suivi ces expériences, qui d'abord ont eu peu de succès, parce qu'au lieu de couper les tiges *avant leur maturité*, on les avait coupées *après*, ce qui avait donné du sucre d'une saveur désagréable; mais il assure que M. Arduino est parvenu cette année à retirer de ce même végétal un sucre concret.

« Plusieurs membres ont observé, à cette occasion, que la plante dont il s'agit est très-commune en Afrique, dans l'Orient et dans les contrées méridionales de l'Europe ; on la connait en Égypte sous le nom de *dourra*, et l'on en fait un grand usage. Quoiqu'elle soit plus abondante que le maïs et que ses tiges soient aussi sucrées, on ne pourrait cependant la cultiver avec avantage chez nous, parce qu'*elle exige un climat très-chaud; elle épuise d'ailleurs la terre*. Il serait intéressant de faire des expérienees comparatives sur les quantités de sucre que fournissent *les tiges de maïs et celles du holcus*. »

Selon toutes les probabilités, afin de ne pas nous exposer à un reproche d'affirmation prématurée, *cette plante*, dont parle M. Degérando, *serait* la même que la canne à sucre chinoise, et les expériences de M. Arduino auraient de beaucoup précédé celles auxquelles on se livre depuis plusieurs années...

M. de Montigny est trop au-dessus des stériles discussions, et nous lui devons assez de reconnaissance pour ses recherches infatigables pour que nous puissions relever le fait cité précédemment, sans crainte d'éveiller la moindre susceptibilité. N'est-il pas remarquable, en effet, qu'après de nombreuses années d'oubli, le *holcus*, traité pour sucre par le professeur de Padoue, ait été mis de nouveau à l'étude, de notre temps, par

les soins et l'influence de notre représentant dans le Céleste Empire? L'œuvre de M. de Montigny subsiste tout entière : il n'a pas cherché à *inventer*, bien différent en cela de beaucoup d'autres; il a voulu *introduire*, *acclimater*, se rendre utile, et il a pleinement réussi.

Cela dit pour rendre hommage à la vérité, comment se fait-il que M. Degérando rapporte, en 1811, les mêmes objections que présentent aujourd'hui les adversaires du sorgho?

« La plante, au lieu d'être coupée *avant la maturité*, l'avait été *après*, *ce qui avait donné du sucre* d'une saveur désagréable; mais, postérieurement, M. Arduino est parvenu à retirer de ce même végétal un sucre concret...

« On ne pourrait cultiver cette plante avec avantage chez nous, parce qu'*elle exige un climat très-chaud; elle épuise d'ailleurs la terre...* »

Ces assertions doivent être examinées.

1° Contrairement à ce que certaines personnes prévenues affirment maintenant, il est avéré que le *holcus sorgho* peut fournir du *sucre concret*, ce qui a été démontré dès 1811 par les expériences du professeur padouan.

2° La raison pour laquelle le sorgho avait donné d'abord un sucre d'une saveur désagréable était, disait-on, parce qu'il avait été coupé *après* sa maturité, au lieu d'être exploité *avant* cette époque...

Cette opinion, encore problématique aujourd'hui pour certaines plantes et certains produits, ne l'est plus à l'égard du sorgho. On sait, en effet, que la quantité de sucre cristallisable augmente avec les progrès de la maturité de ce végétal; ce n'est donc pas à l'époque de la récolte après maturité qu'il faut attribuer l'insuccès primitif de M. Arduino, mais très-probablement à l'imperfection de ses premiers procédés.

Dans l'hypothèse où le sorgho de M. Arduino ne serait pas le même que le nôtre, ce qui serait possible, après tout, la raison alléguée serait encore mauvaise et due à une observation incomplète. On sait que *les plantes dont le suc propre est essentiellement sucré* n'en perdent pas, par la maturation des graines, une proportion égale à celle qu'elles accumulent par la continuation de la végétation; elles gagnent plutôt qu'elles ne perdent à cette époque, et le sucre s'y concentre. C'est le cas de la canne à sucre et du sorgho actuellement cultivé. Au contraire,

certaines plantes surabondantes en principe sucré, mais dont la nature est différente, peuvent perdre la totalité ou une partie de leur sucre par la maturation des graines; mais on ne peut pas dire, de celles qui en conservent, que leur sucre est doué d'une saveur désagréable : il est moins abondant tout au plus, et voilà tout.

La saveur désagréable dont parle M. Degérando ne pouvait provenir que d'une mauvaise défécation ou de l'absence de toute défécation.

3° On répète aujourd'hui ce qu'on disait alors, que *le sorgho exige un climat trop chaud* pour être cultivable chez nous, et qu'*il épuise la terre*... Nous répondrons tout à l'heure à la première de ces allégations, et nous avons dit un mot de la seconde dans notre premier volume.

Les esprits impartiaux ne se contenteront pas de telles affirmations dénuées de preuves; les hommes de pratique sèmeront du sorgho, le traiteront pour sucre et l'essayeront... Ils jugeront alors en connaissance de cause. Disons brièvement que la condition absolue, pour réussir dans les pays situés au nord de la Loire, est de faire exactement le contraire de ce que l'on a fait jusqu'à présent.

« Il faut semer le sorgho dans les premiers jours d'avril, sur un *sol dépourvu d'engrais animaux*, d'une richesse suffisante en humus et *débris végétaux*, *ne pas l'arroser trop*, mais assez seulement pour qu'il ne souffre pas, le biner souvent et le tenir très-propre et bien aéré, ne pas rechercher les produits volumineux qui sont trop aqueux et ne se produisent que par les engrais, enfin, il ne faut pas se presser de recueillir la plante avant les premières fortes gelées. »

Voici maintenant des faits.

On a retiré du vesou de sorgho, sans défécation, de la moscuade plus blanche que le sucre brut ordinaire[1].

Nous empruntons les données suivantes au livre intéressant du docteur A. Sicard.

Cet observateur zélé pense que le sucre *cristallisable* est extrêmement abondant dans les tissus du sorgho, et il assure avoir vu une canne de sorgho, « dont le fût avait été abattu par un instrument bien tranchant, laisser suinter par la plaie

1. A. Sicard, *Monographie de la canne à sucre de la Chine*, etc., 1858.

du sucre complétement blanc, qui s'est cristallisé sur la canne même et a formé une larme d'une blancheur remarquable. »

Ce phénomène est, assurément, digne d'observation, et il milite contre l'opinion de certains savants qui parlent du sorgho sans le connaître suffisamment, ce qui arrive malheureusement tous les jours pour beaucoup d'autres choses. Mais laissons parler M. A. Sicard, au sujet d'une plante qu'*il a cultivée et étudiée;* ses remarques seront plus utiles au lecteur que d'inutiles dissertations.

« Nous avons extrait, en 1854, de 179 litres de jus..., 30 kilogrammes de sucre qui nous a servi aux usages domestiques. Il contenait encore la mélasse; mais une grande partie de la masse était cristallisée; nous sommes même parvenu à en obtenir des échantillons parfaitement desséchés, en soumettant seulement le sucre cristallisé à une forte pression, afin d'en extraire une grande proportion de liquide et l'amener à l'état pulvérulent.

« Le sucre ainsi obtenu est d'une couleur *plus blanche* que celui extrait directement de la canne à sucre des colonies. Il ressemble au sucre dit *terré*. Toutes les personnes qui ont vu ce sucre ont été persuadées de la vérité de nos assertions. Nous avons été on ne peut plus étonné quand, en 1855, nous avons entendu dire, par plusieurs membres distingués de l'Académie des sciences, qu'ils ne pouvaient croire à la cristallisation du sucre obtenu de la canne à sucre de la Chine. Il nous a été facile de les persuader *de visu*. Il nous semble que, depuis 1855, nous avons démontré le fait, puisque, à la fin de cette année, nous avons présenté, à la Société d'horticulture de Marseille, du sucre parfaitement cristallisé, et qu'un échantillon de ce produit figurait à l'Exposition de la Société départementale d'agriculture des Bouches-du-Rhône en août 1856.

« En 1854, nous avions obtenu du sucre qui faisait partie des produits qui ont été admis à l'Exposition universelle... »

Le procédé de M. Sicard est d'une simplicité extrême: il consiste à filtrer le jus au tamis de crin, puis au tamis de soie; à le faire bouillir jusqu'à concentration sirupeuse, en ayant un soin extrême d'enlever les écumes au fur et à mesure de leur formation. Le sirop, mis dans les vases en terre, a cristallisé en deux mois environ.

M. le comte de Beauregard neutralise les acides naturels par

la chaux, filtre le jus au sable, puis le fait bouillir, en ajoutant par hectolitre le produit de la macération d'un kilogramme de *tan* de chêne vert. Le jus, chauffé à +80° ou +90°, est écumé, filtré à la chausse, remis sur le feu avec du charbon de bois poreux, et concentré pendant une heure d'ébullition. Une dernière filtration est suivie de la concentration à consistance sirupeuse et de la mise en cristallisation.

Lorsque les procédés aussi élémentaires fournissent du sucre cristallisé *au type du sucre terré*, on a le droit de conclure en faveur des avantages que procurerait un traitement vraiment industriel du sorgho sucré.

Voici les moyens qui nous paraissent le plus convenables pour obtenir de bons résultats manufacturiers.

Extraction du vesou de sorgho. — Les cannes de sorgho, dépouillées de leurs feuilles et de la flèche ou du panicule, doivent être soumises à une opération ayant pour but l'extraction du jus sucré.

Comment procéder à cette opération, et quel est le moyen le plus rationnel d'y parvenir, de manière à laisser le moins possible de matière sucrée dans la bagasse?

Cette question assez complexe exige que nous renvoyions le lecteur à l'exposé des principes que nous avons tracés précédemment sur l'extraction des jus sucrés et, de plus, à ce que nous avons dit au sujet de la canne à sucre. Les observations générales qui se trouvent consignées dans la discussion que nous avons cherché à établir serviront à éclairer ce point de pratique, et permettront de fixer la manipulation du sorgho d'une manière profitable.

On a proposé pour cette plante :

1° La rasion ou râpation, et ensuite la pression;

2° Le laminage ou la pression simple entre des cylindres ou rolls;

3° La division par le hache-paille, suivie de la pression ou plutôt de la pulpation sous une meule verticale, et ensuite d'une pression énergique;

4° La macération des tronçons de cannes, ou la méthode de déplacement.

Examinons brièvement ces divers moyens d'opérer.

A. *Rasion.* — Malgré les difficultés qui s'attachent à l'emploi de la râpe, lorsqu'on la fait agir sur des tiges très-consistantes, il faut avouer que plus la division d'une matière végétale est complète, plus l'extraction des sucs renfermés dans les cellules est facile, soit par un moyen, soit par un autre. Cependant, il est douteux que l'on arrive avant un certain temps à créer un appareil doué des qualités requises pour bien diviser la canne de sorgho, et il n'y a lieu de mentionner la râpation que pour mémoire en quelque façon.

En admettant que cette opération devienne manufacturière, nous faisons toutes nos réserves quant à la pression qui doit la suivre. La pression seule, comme nous l'avons déjà fait observer, ne produit et ne peut produire que de mauvaise besogne. On devrait donc recourir à la méthode de déplacement pour agir fructueusement et économiquement sur la pulpe ainsi obtenue; mais on devrait également faire un choix judicieux entre les divers procédés de déplacement. Nous avons indiqué les règles qui doivent guider le fabricant à cet égard.

B. *Laminage.* — Ce mode est défectueux pour la canne... Pourquoi veut-on qu'il soit utile pour le sorgho, plus dur, plus fibreux, contenant moins de jus et, par conséquent, moins laminable ?

Outre l'énorme quantité de produit sucré restant dans la bagasse, qu'on ne pourrait plus utiliser que par la fermentation alcoolique, les cylindres lamineurs présentent de notables inconvénients. Ils coûtent fort cher et font peu de travail, malgré la force qu'ils exigent. M. le comte de Beauregard estime qu'on obtient ainsi *un hectolitre de vesou par heure et par force de cheval*... On permettra de trouver que ce faible résultat ne compense pas les inconvénients du système.

C. *Division par le hache-paille*, etc. — Ce mode peut présenter des avantages de pratique dans la petite exploitation chez les propriétaires de meules à huile, etc., mais on ne peut pas sérieusement le croire applicable en industrie. En effet, s'il est vrai que la division par le hache-paille soit extrêmement pratique et qu'elle offre seule des chances sérieuses, la pulpation qui la suit et la pression en sacs ou autrement constituent une main-d'œuvre fort longue, sans enlever aucun inconvénient du système de la pression.

Que le petit cultivateur traite ainsi le sorgho à l'aide de son hache-paille, de sa meule à huile, de sa presse à cidre, cela se conçoit, et il tire ainsi un bon parti, le meilleur possible pour lui peut-être, de sa matière saccharifère. Encore, si l'alcool est son but industriel, pourrait-il, à la rigueur, se passer de la pression et faire tout simplement fermenter le sorgho divisé et écrasé.

Mais ce mode est illusoire pour le sucrier, auquel il faut des résultats beaucoup plus nets, moins longs et moins coûteux.

On a même retiré, *en alcoolisation*, des avantages réels d'un procédé qui consiste à traiter les tronçons de cannes par l'action de l'eau bouillante, et à les soumettre à la presse après cette sorte de cuisson : soit, mais cette manière de faire ne peut être d'aucune utilité au fabricant de sucre, tant en raison du surcroît de main-d'œuvre qu'elle exige que de la détérioration qu'elle fait subir au sucre cristallisable.

D. *Déplacement.* — Les distillateurs de sorgho font macérer avec de l'eau des tronçons de cannes ; lorsque cette eau s'est emparée de la matière sucrée, on la décante ou on la soutire, et on la fait passer sur de la *matière neuve*, jusqu'à ce qu'elle soit assez chargée de sucre et offre une densité suffisante.

C'est là de la macération, du déplacement, et c'est la seule marche rationnelle à suivre ; mais, pratiquée ainsi, elle demande un temps trop long pour la sucrerie. Voici donc ce que l'on pourrait faire.

Dans un appareil analogue à celui de M. Moreau-Darluc, on dispose des tronçons de canne divisés par le hache-paille, et d'un demi-centimètre à un centimètre au plus de longueur. Une pression modérée serait exercée au sommet de la masse par un disque percé de trous. On devrait ensuite verser de l'eau froide ou tiède sur la matière, et forcer cette eau à traverser la masse par la pression d'un courant d'air.

Cette eau, déjà sucrée, serait destinée à traiter de la *matière neuve* jusqu'à ce qu'elle eût acquis une densité de 8° à 10° Baumé, et alors on la soumettrait à la défécation. Les marcs seraient *épuisés* par de nouvelle eau, qui servirait à son tour à traiter de la canne neuve.

Ce moyen d'opérer, très-rapide, conviendrait à la sucrerie, et

il offrirait l'avantage de donner des vesous ne renfermant que fort peu de substances étrangères au sucre.

Cependant on y rencontre encore des inconvénients notables et, des quelques expériences que nous avons faites à ce sujet, il nous semble résulter que ce mode n'épuiserait pas suffisamment la canne de sorgho de tout le sucre qu'elle contient. Nous conseillons donc une autre manière d'opérer, d'autant plus rapide que l'on pourrait agir sur de plus grandes masses, sans l'intervention d'un courant d'air.

Une première pièce renfermerait d'un côté les hache-pailles diviseurs, qui recevraient le mouvement par des courroies de transmission ou de toute autre manière, selon les cas et la disposition de l'usine. Ces appareils seraient servis par des femmes, auxquelles des enfants pourraient apporter les cannes de sorgho par petites brassées. Ces cannes seraient divisées en tronçons d'un demi-centimètre à un centimètre, et les tronçons seraient amoncelés à portée d'un autre appareil dont nous allons parler.

On comprend que, pour pénétrer dans les cellules non divisées de ces tronçons, quelque puissante que l'on suppose l'action endosmotique, l'eau aura besoin d'un temps assez long, qu'elle ne se substituera à toute la matière sucrée qu'après plusieurs heures, en sorte que le travail rapide d'une sucrerie ne pourrait s'accommoder de cette marche trop lente, qui ne fournirait pas assez de jus pour une série régulière d'opérations.

Il faut que la macération, que le déplacement puisse se faire dans des conditions telles qu'un simple passage du liquide à travers la matière suffise, pour ainsi dire, à enlever le sucre, sans qu'on soit jamais forcé de lui faire subir un long séjour dans aucune partie de l'appareil.

Pour atteindre ce but, on doit absolument soumettre les tronçons de sorgho à une sorte d'écrasement... Il ne semble donc pas impossible d'établir, de l'autre côté de la pièce où se trouveraient les appareils diviseurs, une machine apte à donner promptement ce résultat. Ce n'est pas une pression qu'il s'agit de faire, mais bien un écrasement, une sorte de pilage, afin que l'eau pénètre plus aisément dans les cellules et en chasse plus promptement le sucre en s'y substituant.

Une meule horizontale fixe, en granit ou toute autre pierre dure, sur laquelle tournerait un cylindre de fonte, d'un poids

assez considérable pour écraser les tronçons, remplirait assez bien le but. On y jetterait uniformément les morceaux qui seraient écrasés par le cylindre, et l'espèce de pulpe qui en résulterait serait enlevée par une *lame ramasseuse* fixée à l'arbre vertical, et suffisamment inclinée sur l'axe pour chasser le produit vers un plan incliné communiquant à la salle de macération.

On pourrait encore substituer à ce mode l'action des cylindres lamineurs, de piles analogues à celles des papeteries, etc. Dès qu'on ne demanderait plus à ces appareils un résultat impossible, celui de l'expression du jus, toute machine écrasante serait d'autant meilleure que les effets en seraient plus prompts tout en exigeant moins de force.

Avec ce système de préparation, la pulpe peut être soumise avantageusement à toute méthode rationnelle de déplacement, pourvu que l'on ne perde pas de vue le principe qui doit servir de guide à cette opération. La matière neuve doit être mise en contact avec la liqueur la plus enrichie, et la matière en épuisement avec de la solution de plus en plus faible, jusqu'au dernier lavage, qui se fait à l'eau simple. En d'autres termes, la matière neuve doit marcher à la rencontre de l'eau, et celle-ci à la rencontre de la matière neuve. La méthode de virement de Mathieu de Dombasle, la lévigation, etc., pourraient être mises en usage, selon les cas et les ressources locales. On pourrait ainsi enrichir les moûts jusqu'à un degré élevé et économiser par là même une partie des frais de concentration....

D'après les observations qui précèdent et qui sont reproduites textuellement de la première édition de cet ouvrage, on peut constater que nos exigences à l'égard du traitement des graminées saccharifères dont on veut extraire le jus sucré étaient dès lors les mêmes qu'aujourd'hui. Nous voulions la division de la matière en cossettes, l'écrasement et la réduction en pulpe de ces mêmes cossettes, et la lévigation ou la macération de la pulpe ainsi produite. Nous n'avions pas encore à cette époque, à notre disposition, un appareil d'extraction applicable à la canne et aux graminées en général, dans lequel les différentes phases du travail pussent être accomplis d'une manière continue et automatique; nous ne pouvions donc qu'indiquer les conditions qu'il semblait indispensable de remplir, sans avoir à donner des notions plus affirmatives, et

le traitement industriel du sorgho était encore un problème à résoudre en pratique. Aujourd'hui, au contraire, il suffit d'alimenter de cannes de sorgho un extracteur automatique pour que ces cannes soient divisées en cossettes, que les tronçons soient réduits en pulpe, par trituration, qu'ils reçoivent, au moment même de cette pulpation, l'action d'une solution astringente, que la pulpe subisse une pression préparatoire, et qu'elle soit soumise à la lévigation et à une pression d'épuisement par l'action continue d'un seul appareil. Le problème est donc résolu sous ce rapport; mais nous faisons observer que, dans tous les cas, il suffit d'exécuter successivement les diverses actions qui viennent d'être mentionnées pour faire l'extraction complète du vesou de sorgho.

Défécation. — Le moût du sorgho à 8° Baumé présente une densité de 1,058,8, et devrait contenir 143gr,76 de sucre par litre ou 14,376 pour 100; mais la quantité de sels et de matières solubles qui s'y trouvent fait que cette appréciation est exagérée. La présence de ces substances salines et albumineuses nécessite une bonne défécation. On la fera par les procédés que l'on suit habituellement, avec l'attention d'employer une proportion de chaux plus considérable, que l'on ne peut fixer sans un essai préalable.

Nous avons vu du moût de sorgho qui n'exigeait que 5 grammes de chaux hydratée par litre, tandis que d'autres échantillons en demandaient le double. Il conviendrait donc d'expérimenter sur un litre de matière, en ajoutant peu à peu de la chaux jusqu'à cessation d'action... Il faut s'arrêter au point précis où une nouvelle addition d'une goutte de lait de chaux ne produit plus de dépôt floconneux dans la partie claire de la liqueur qui se trouve à la surface.

On doit adopter pour moyenne dans la fabrication un excédant d'un demi-gramme de chaux par litre sur la quantité indiquée par l'essai, afin d'être sûr de bien précipiter les matières étrangères.

La chaux est introduite à +85° ou +90°, puis on fait monter les écumes à la façon ordinaire, et l'on envoie à la filtration le jus limpide et presque incolore qui provient de l'opération. La chlorophylle verte et la plupart des matières organiques azotées, ainsi que plusieurs sels, se retrouvent dans ces écumes; on

les presse et elles constituent un excellent engrais. Le suc qui en découle est envoyé à la filtration. On se débarrasse de l'excès de chaux des jus soit par l'action du noir, soit par l'acide carbonique, soit enfin par tout autre moyen connu.

Depuis les progrès accomplis en sucrerie et, notamment, depuis la régularisation de l'emploi des astringents, il est évident que le mode précédent de défécation devrait être complétement modifié. En effet, l'action du tannin séparant les matières albuminoïdes du jus et les forçant à rester dans la pulpe, il n'est plus nécessaire d'ajouter une quantité de chaux aussi grande que celle qui était prévue dans les premières études du sorgho. On devra donc agir expérimentalement sur les jus tannés, et n'ajouter que la quantité de chaux strictement nécessaire pour éliminer l'excès de tannin et opérer la clarification. Les jus chaulés, clairs, doivent être ensuite saturés par un courant d'acide carbonique, et il importe de faire la transformation des alcalis en phosphates, d'après le mode qui a été indiqué. En résumé, l'extraction et la purification du vesou de sorgho doit se faire exactement d'après les principes et les règles que l'on doit suivre dans le traitement de la canne à sucre, et l'expérience nous a appris que le vesou de cette plante ne nécessite absolument aucune modification aux règles ordinaires, pourvu, bien entendu, qu'elles soient normalement appliquées.

Concentration et cuite. — Ces deux opérations doivent se pratiquer à la manière ordinaire; mais, lorsque la concentration est arrivée à une densité convenable (27° ou 28° Baumé), il ne faut pas négliger de filtrer soigneusement le sirop avant de le soumettre à la cuite, afin de le débarrasser des sels de chaux qui s'y trouvent. Il est à remarquer que les sirops de sorgho se colorent beaucoup moins à la concentration que ceux de betterave, ce qui tient à leur pauvreté en alcalis.

Cristallisation. — La cristallisation du sirop de sorgho bien cuit peut se faire dans les bâtardes, ou, dans tout cas, il n'y aurait pas le moindre inconvénient à l'opérer dans les *bacs*, comme on fait pour les produits de la betterave; la turbine donne ensuite *le grain* aussi facilement qu'elle opère la séparation des cristaux de sucre de betterave.

Les sirops d'égout peuvent être soumis à une nouvelle cuite qui en sépare encore des cristaux.

En résumé, on peut regarder la fabrication du sucre de sorgho comme parfaitement identique à celle du sucre de cannes, en supposant celle-ci dirigée par les principes scientifiques dont on ne tient pas assez de compte dans la fabrication exotique.

C'est d'ailleurs à l'expérience pratique qu'il appartient de trancher la question et de régulariser les procédés à suivre pour le traitement le plus avantageux de cette plante.

Observations. — Il importe au succès de l'opération dans le traitement du sorgho que la portion des cannes qui renferme le sucre prismatique ait été séparée avec soin de la partie supérieure, plus riche en glucose. Si le lecteur veut bien se reporter à ce qui a été exposé à cet égard (t. I, p. 597), il comprendra que le meilleur moyen de traiter industriellement cette plante consiste à réserver pour la sucrerie seulement les nœuds inférieurs bien mûrs, renfermant le maximum de sucre prismatique et le minimum de glucose, et à faire subir l'alcoolisation aux portions supérieures, plus riches en glucose et plus pauvres en sucre cristallisable. Par cette simple précaution, on diminue la quantité du sucre entraîné par le glucose, puisqu'on sépare la plus grande partie de celui-ci de la masse cuite totale, et que le sucre incristallisable n'existe plus dans les sirops que sous une faible proportion.

Il est évident que, si l'on traite ensemble les parties inférieures et supérieures de la canne de sorgho, tout le glucose restant dans la masse, une grande partie du sucre prismatique sera engagée, et la cristallisation de la portion libre sera considérablement retardée. Ce fait explique comment plusieurs expérimentateurs ont été amenés à n'obtenir la cristallisation qu'en plusieurs mois, et il ne pouvait guère en être autrement, puisque leur jus était constitué en tout sucre, à peu près comme les sirops de troisième jet de la sucrerie ordinaire.

D'un autre côté, il est indispensable de faire une cuite très-serrée et de ne pas laisser plus de 10 à 12 p. 100 d'eau dans les masses. Cette précaution suffit à forcer la cristallisation, qui est du reste fort belle, si l'empli a été maintenu à une température suffisante.

II. — VALEUR SUCRIÈRE DU SORGHO.

On a tant dit de choses pour et contre le sorgho, que, dans l'examen des diverses opinions émises, on reste indécis entre le rejet presque absolu ou le parti diamétralement opposé. Ces divergences, après avoir débuté au sujet de la question d'acclimatation de la plante, ont changé d'objet, lorsque la végétation luxuriante du sorgho est venue démontrer clairement que cette magnifique plante *pouvait vivre et prospérer* en France. Les *discuteurs* ont alors mis en doute sa valeur nutritive pour le bétail, ses qualités épuisantes pour le sol, etc.

Nous avons déjà parlé de cela dans notre premier volume, et nous ne reviendrons pas sur ces débats : leur seule valeur est de démontrer que l'homme n'est pas né pour l'oisiveté, puisque, lorsqu'il n'a pas d'occupations sérieuses, il s'en crée de futiles et d'illusoires. Il y a cependant au milieu de toutes ces querelles interminables un point qui nous intéresse :

Le sorgho peut-il devenir une plante à sucre, exploitable économiquement et industriellement en France?

A cette question, les uns répondent par une négation péremptoire, les autres par une affirmation absolue... Où est la vérité, ou tout au moins la probabilité, dans ces deux extrêmes?

Nous ne pouvons répondre par des faits industriels, puisque jusqu'à présent il ne s'est établi aucune sucrerie pour le sorgho, mais cependant nous pouvons établir en principe que l'extraction manufacturière du sucre de sorgho serait non-seulement possible, mais profitable, dans toute l'Algérie et, en France, *au moins* jusqu'à la ligne de la Loire.

En 1855, nous avons traité des cannes de sorgho provenant des cultures d'un horticulteur de Paris. Ces cannes avaient crû dans un *terrain riche et bien fumé*. Le saccharimètre indiquait une teneur de 9 pour 100 en *sucre cristallisable* dans le jus. Il a été à peu près impossible de l'extraire dans les conditions ordinaires où nous nous placions pour ces sortes d'expériences. L'alcoolisation du jus a donné de bons résultats.

Avec un peu de parti pris et quelques idées préconçues, nous aurions pu conclure à l'impossibilité de traiter le sorgho pour sucre; mais nous aurions tiré une conséquence fausse d'un principe mal posé.

Les plantes à sucre redoutent la fumure nouvelle, abondante; les engrais azotés sont nuisibles au sucre cristallisable, le rendent difficile à extraire, et en diminuent la proportion. Les plantes que nous avions traitées se trouvant dans ces conditions, nous avons songé à faire d'autres expérimentations sur du sorgho cultivé d'une manière toute différente.

Nous avons semé nous-même, en 1859, quelques graines de sorgho dans un coin de notre jardin... Le terrain, sec et formé de décombres rapportés, n'avait pas reçu d'engrais depuis des années. Le semis a parfaitement levé, bien qu'un peu en retard; l'enfance des jeunes plantes a été très-pénible : jusqu'à l'époque du tallage, on pouvait croire qu'elles ne parviendraient pas à *prendre le dessus*. A ce moment, elles ont poussé avec une assez grande vigueur pour donner en octobre des tiges de deux mètres, non compris les panicules, dont *la plupart des graines étaient mûres.* Ces tiges, de plus d'un centimètre de diamètre en bas, diminuaient graduellement de grosseur jusqu'au sommet. Lorsqu'on en portait à la bouche un morceau, on éprouvait une saveur sucrée bien franche, comparable à celle que donne la canne à sucre, mais dépourvue de l'arome spécial de celle-ci.

Une partie fut coupée en morceaux, pilée et épuisée par la macération, Le jus, d'une très-faible densité, à cause du peu de matière employée relativement à la quantité d'eau, fut concentré au bain-marie, avec une légère addition de solution de tan. Lorsque la liqueur eut atteint une densité de 6° Baumé, elle fut soumise à la défécation par l'addition de 4 millièmes de chaux en lait. Les écumes, parfaitement montées, avaient une couleur verdâtre, mais le jus était limpide et à peine teinté d'une très-légère couleur ambrée.

La liqueur filtrée fut soumise à la concentration avec un peu de noir fin, et lorsqu'elle fut arrivée à 15°, elle fut filtrée de nouveau, puis concentrée à 25°. Une dernière filtration précéda la cuite, qui eut lieu au bain-marie, à la température de + 100°. Le sirop, limpide et de toute beauté, n'avait pris que fort peu de coloration; il était de plus de moitié moins foncé que les produits de la cuite des moûts de betterave. L'évaporation fut continuée jusqu'à ce qu'une goutte du sirop, versée sur une plaque de marbre, donna des indices certains de cristallisation par le refroidissement, et la matière fut mise à cris-

talliser dans un grand entonnoir en verre, qui fut couvert avec soin.

Dans l'espace d'une nuit, la masse avait pris la consistance solide et, après quatre jours, on distinguait très-bien le grain des cristaux à travers les parois du verre. L'extrémité inférieure fut alors débouchée au-dessus d'un vase, et l'égouttage du sirop commença à se faire aussi bien que possible. Lorsque l'écoulement fut arrêté, nous versâmes de l'alcool à 95° sur les cristaux pour achever de les purger et, deux jours plus tard, la balance accusait un poids répondant à 6 pour 100 de celui des tiges traitées; ce sucre de *premier jet*, bien sec, offrait toutes les qualités d'un excellent produit. Les mélasses, soumises à une douce évaporation, ont donné de nouveaux cristaux dont le poids était le tiers du précédent. Nous n'avons pas cru devoir pousser plus loin cette expérience.

Il convient de remarquer que la cristallisation a été plus longue pour le second produit que pour le premier; mais cette expérimentation incomplète n'a pas moins fourni en sucre cristallisé 8 pour 100 du poids végétal.

La seconde partie des tiges, traitée par la méthode d'élimination de M. Péligot, modifiée, avait fourni 11 pour 100 de sucre cristallisé... Ces plantes avaient crû à Paris, dans un sol non fumé et non marécageux; elles avaient été soustraites à l'influence de l'eau en excès et des engrais azotés. Nous n'avons pas eu, il est vrai, des tiges aussi grosses, mais ici, comme pour la betterave, ce n'est pas la grosseur qu'il faut considérer; c'est la proportion de sucre susceptible d'extraction.

D'après cette expérience, il n'est plus douteux pour nous que le sorgho puisse donner de bons résultats pour sucre, même sous le climat de Paris; mais, afin de ne pas nous prononcer légèrement à ce sujet, nous nous proposons de recommencer une nouvelle série d'expérimentations.

Le sorgho, semé dans le même terrain, le plus tôt possible après les gelées, devra nous donner son maximum de maturité et, par conséquent, son maximum de produit. Celui qui a été l'objet de notre essai, en 1859, avait été semé près d'un mois trop tard.

Nous croyons que les plantes à sucre ne veulent pas trop d'eau et encore moins d'engrais animaux; aussi condamnons-nous la pratique suivie pour le sorgho. Elle est bonne, sans

doute, et même meilleure que toute autre, dans le cas où l'on vise à produire des fourrages; mais le sucre prismatique ne se produit que difficilement dans ces conditions. Nous ne pouvons mieux faire à ce sujet que de renvoyer le lecteur aux considérations qui ont été émises sur la culture des plantes saccharifères, et sur les conditions nécessaires pour la production du sucre cristallisable dans l'organisme végétal.

Produits possibles.— Si l'on veut admettre que le sorgho puisse donner dans le Midi 75,000 kilogrammes de cannes exploitables par hectare, et seulement 55,000 kilogrammes sous la latitude de Paris, nous partirons de ce dernier chiffre pour moyenne, et nous regarderons cette quantité comme équivalant à :

Sucre cristallisable (10,667 pour 100)...	5866k,85
Sucre incristallisable (5,333 pour 100)...	2953 ,15
Ensemble...............	8799 ,00

Ces chiffres sont basés sur les expériences optiques de M. Clerget. *En pratique*, il ne serait pas possible d'obtenir actuellement plus de 6,5 à 7 pour 100 en sucre cristallisable, ce qui donnerait un rendement de 3,575 à 3,850 kilogrammes par hectare, et il resterait dans les mélasses de 4,949 à 5,224 kilogrammes de sucre alcoolisable.

Ces résultats n'ont rien d'exagéré, et ils parlent assez d'eux-mêmes pour que l'initiative soit prise par la fabrication. Nous croyons donc que le sorgho offre un avenir sérieux à l'industrie sucrière, et que cette plante, susceptible d'entrer avec avantage dans nos assolements culturaux, est appelée à devenir en France un puissant auxiliaire de la betterave. Il ne faut pas songer à opposer ces deux végétaux l'un à l'autre; ce serait un acte de véritable folie : la betterave est indispensable à notre agriculture, et la prospérité de cette plante est liée à celle de la production du pain, de la viande, de la laine, etc., ainsi qu'à l'amélioration du sol; on ne peut songer à supplanter ou à remplacer cette précieuse racine. Cependant, pourquoi rejetterait-on sans examen sérieux et sans expérimentation, par mauvais vouloir et parti pris, un végétal dont la richesse saccharine peut *venir en aide* à la production sucrière? Ce serait évidemment une faute impardonnable, et la fabrication comprendra facilement que c'est à elle à prendre les de-

vants et à entrer dans une voie d'amélioration que la culture négligera pendant longtemps, si elle ne se sent pas soutenue par l'industrie.

Depuis l'époque où nous avons fait nos premières observations sur le sorgho, nous avons eu l'occasion de constater l'influence pernicieuse d'une mauvaise culture sur la valeur sucrière de ce végétal; mais, en revanche, nous avons pu également vérifier ce fait, que le sorgho reprend très-facilement toute sa richesse saccharine lorsqu'il est soumis à un bon système de culture, dans lequel on évite les fumures nouvelles, les engrais trop azotés et les sels alcalins. Dans les sols calcaires, sablo-calcaires, renfermant une quantité suffisante de phosphate de chaux, le sorgho acquiert des qualités remarquables, et parvient à atteindre une grande richesse en sucre prismatique. Cette observation est encore mieux justifiée lorsqu'il est possible de prolonger la végétation de cette graminée, dont la richesse en sucre prismatique est pour ainsi dire proportionnelle à la durée de sa vie végétale. Le sorgho ne doit être cueilli pour sucre que lorsque les graines sont arrivées en parfaite maturité.

Le principal inconvénient du sorgho à sucre consiste dans la difficulté que l'on rencontre à conserver les tiges de cette plante après la récolte, et il est présumable que ce serait dans cette difficulté que consisterait le principal obstacle à son traitement manufacturier. Nous avons remarqué cependant que le sorgho n'est atteint que par des gelées assez fortes et que les tissus intérieurs de cette plante résistent à un froid notable. Il nous semble d'ailleurs qu'il ne serait pas impossible de conserver les cannes de sorgho, en les stratifiant avec des couches de poussier de charbon, après en avoir trempé les extrémités coupées dans une solution fortement astringente. Comme ce moyen réussit parfaitement pour le plus grand nombre des substances végétales, il est à croire que le sorgho ne fait pas exception à la règle, mais nous n'avons pas eu, jusqu'à présent, l'occasion de faire à cet égard des vérifications suffisantes.

Quoi qu'il en soit, et tout en conseillant de chercher à améliorer la valeur sucrière de cette graminée, en la soumettant à une culture intelligente, il serait utile, pour les fabricants de sucre, de s'exercer à la traiter, même en petite quantité, afin de pouvoir, au besoin, lui faire prendre place dans leur travail industriel.

SECTION IV.

Extraction du sucre des plantes accessoires.

Maintenant que nous avons étudié avec les détails nécessaires l'extraction du sucre prismatique contenu dans les plantes sucrières les plus importantes, nous allons passer rapidement en revue quelques autres végétaux susceptibles d'être utilisés par la fabrication, dans certaines circonstances imprévues de disette ou de calamité publique. Il aurait fallu peut-être joindre au groupe précédent quelques-unes des plantes dont il sera parlé dans la présente section, et l'on pourrait nous reprocher d'avoir séparé le maïs de la série des graminées saccharifères, ou d'avoir réuni aux plantes sucrières accessoires l'érable et le palmier, dont les produits comptent sur le marché des sucres par leur importance. Il y a là, sans doute, une certaine négligence apparente; mais, si l'on veut considérer que le maïs n'a pas encore été traité pour sucre en fabrique, que l'extraction du sucre de l'érable et du palmier est localisée dans certaines contrées d'où les feront certainement disparaître un jour la betterave et la canne à sucre, on comprendra que nous ayons dû réunir ces végétaux aux matières premières accessoires de la production sucrière. La carotte aurait plus de valeur comme succédané de la betterave, et il aurait semblé plus logique de l'étudier à la suite de la racine indigène, comme nous avons placé le sorgho après la canne à sucre. Cependant, rien de sérieux n'a été fait au sujet de la carotte, tandis que le sorgho est déjà exploité pour sucre en Amérique et en Chine... En tout cas, nous prenons à tâche de réunir, dans cette partie de notre travail, les documents industriels les plus intéressants à l'égard de ces végétaux saccharifères dont le traitement peut présenter une certaine valeur dans quelques circonstances locales, ou dans des conditions particulières déterminées.

En somme, et malgré toute l'importance de l'érable et du palmier, les plantes saccharines dont il va être question ne sont que des succédanés possibles des végétaux saccharifères habituellement exploités. Elles ont, d'ailleurs, d'autres usages économiques ou alimentaires qui sont souvent de plus haute

importance que leur produit en sucre. En général, l'industrie doit s'imposer pour règle de n'employer comme matière première que des plantes communes, faciles à obtenir, d'une culture améliorante, et qui laissent des résidus utilisables. Ce principe est la base de l'économie manufacturière, lorsqu'il se trouve surtout joint à la facilité du travail et à la rapidité du traitement. Sous ce rapport incontestable, on peut dire que les seules plantes à sucre exploitables, actuellement connues, sont la canne à sucre, la betterave, le sorgho et la carotte.

CHAPITRE PREMIER

Sucre de la carotte. Sucre du maïs.

Les deux plantes dont il va être question dans ce chapitre appartiennent à la grande culture. La carotte entre dans les assolements et fait partie des rotations culturales dans presque toute l'Europe. Le maïs est cultivé en grand dans presque tous les pays du monde, et l'importance de ces végétaux au point de vue de l'alimentation force l'observateur à s'en occuper en première ligne.

Comme la betterave, la carotte est une plante sarclée, améliorante, et les résidus qu'elle produit, en sucrerie comme en distillerie, permettent de l'assimiler, très-complétement et sous la plupart des rapports, à la racine sucrière indigène. Le maïs est surtout cultivé pour son grain qui fournit à la nourriture de millions d'êtres humains; sa tige renferme encore assez de sucre, après la maturation des graines, pour qu'on puisse songer sérieusement à l'extraire, et nous espérons que les praticiens partageront notre manière de voir au sujet de la valeur effective de ces plantes, s'ils veulent bien prêter attention à ce qui va être exposé.

I. — SUCRE DE LA CAROTTE.

On a essayé, sans succès, de faire du sucre de carotte; le mécompte ne doit pas être rejeté sur la plante, mais bien sur

l'inexpérience des opérateurs. Le sucre de la carotte est aussi facile à extraire que celui de la betterave, et ce, par les mêmes procédés. La seule différence qu'il convienne d'apporter au traitement de cette racine se trouve dans la défécation.

En effet, la carotte renferme une quantité très-notable de principes pectiques, qui s'opposent à la cristallisation lorsqu'ils existent dans les sirops. Tout le monde peut se rendre compte de cette difficulté, à l'aide d'une comparaison vulgaire : lorsque, dans la préparation d'un mets quelconque, on désire obtenir par le refroidissement une *gelée bien dense et consistante,* on y ajoute à la cuisson une certaine quantité de carottes, dont l'effet, outre une saveur agréable, est d'assurer la formation de cette gelée. Cela tient principalement à la *pectose* contenue dans ces racines. Sous l'influence de la chaleur et des acides naturels de la plante, ce corps devient soluble dans l'eau, et se prend en gelée par le refroidissement lorsque la liqueur est assez concentrée.

Il en est de même dans le jus des carottes traitées pour sucre.

Or, on sait que les principes gélatineux des fruits et des racines sont transformés en *acide pectique,* le plus souvent au contact des terres alcalines; c'est donc la chaux qui parviendra à débarrasser la liqueur de ces corps spéciaux, qui sont le seul obstacle sérieux à la cristallisation du sucre de carotte.

L'emploi d'une quantité de chaux supérieure à celle que l'on a adoptée pour la betterave est indispensable lorsque l'on veut traiter des carottes, encore cette quantité est-elle très-variable selon les espèces que l'on emploie. Nous avons vu la proportion de chaux nécessaire varier entre 10 et 20 grammes par litre de jus exprimé, et nous pensons qu'il faudrait adopter, en moyenne, ce dernier chiffre (à moins que l'on ne traite les jus par le tannin).

D'ailleurs, rien n'est facile comme un essai préalable du jus sur lequel on doit opérer; il ne s'agit que d'en prendre un litre et d'y verser successivement un lait de chaux *dosé,* jusqu'à ce qu'une dernière goutte ne produise plus de précipité. La quantité de lait de chaux versée représente le minimum à employer dans les opérations, et il vaut mieux ajouter un petit excès d'hydrate de chaux que de ne pas faire une défécation complète.

Nous avons constamment retiré, dans toutes nos expériences sur la carotte, 4 pour 100 de sucre cristallisé, et plusieurs fois le rendement s'est élevé à 5,5 et 6 pour 100. La valeur sucrière de cette racine est à la betterave comme 145 est à 195 en moyenne. On voit par là que des essais sur cette plante auraient les plus grandes chances de réussite. Lorsqu'on s'est bien débarrassé des substances étrangères par une bonne défécation, la concentration, la décoloration, la cuite et la cristallisation marchent avec régularité et l'on n'a presque jamais d'accidents à redouter.

Les fabricants devraient toujours avoir présents à l'esprit ces principes : sans défécation, la sucrerie n'est pas possible; la mauvaise défécation est la ruine d'un établissement, et cette opération bien conduite permet d'extraire le sucre de toutes les matières qui le renferment.

Toutes les conditions économiques d'une bonne fabrication se trouvent réunies dans l'emploi de la carotte comme plante sucrière et, au point de vue agricole, elle offre au moins autant de valeur que la betterave, sur laquelle elle l'emporte par les qualités plus saines et plus nutritives de la pulpe.

Lorsque nous écrivions les lignes qui précèdent et qui sont extraites de notre première édition, nous n'étions pas encore parvenu à régulariser, d'une manière très-nette, l'action du tannin sur les jus sucrés. Il a été très-facile, depuis lors, de s'assurer de la valeur industrielle de la carotte et de coordonner pour cette racine un traitement rationnel simple et facile. Grâce à l'action de la matière tannante, l'albumine reste dans la pulpe; le principe colorant de la carotte est à peine soluble dans l'eau, les principes pectiques sont isolés et séparés par le tannin, l'inuline est presque insoluble dans l'eau froide, et l'on peut voir qu'il suffit de l'action du tannin pour débarrasser le jus de la carotte de la plupart des matières étrangères au sucre qu'il peut renfermer. On a déjà vu que le tannin offre à la chimie sucrière les ressources les plus précieuses, en ce sens que, non-seulement il élimine les principes pectiques, en formant avec ces corps des combinaisons insolubles, mais qu'il agit encore de la même manière avec la presque totalité des substances albuminoïdes. De même encore, l'acide tannique forme des combinaisons insolubles ou très-peu solubles avec la plupart des oxydes métalliques. Aussi, lors-

qu'une liqueur sucrée a été traitée par cet agent, le travail de la purification est déjà fort avancé, et quelques réactions complémentaires très-simples peuvent toujours suffire à parfaire ce travail. Ceci, pensons-nous, doit conduire la sucrerie dans une voie nouvelle, et lui permettre de se soustraire aux inventions sous lesquelles elle se débat depuis son origine. Que reste-t-il, en effet, à exécuter après l'action du tannin ? Peu de chose, en vérité. On n'a plus qu'à se débarrasser du faible excès de l'agent employé, et à neutraliser, sous forme de sels insolubles, quelques acides d'origine végétale, qui ont été mis en liberté par le réactif dont nous parlons. La chaux n'a donc plus qu'à être employée dans la petite proportion nécessaire au but qui vient d'être signalé, et c'est l'agent que l'on doit préférer, puisque le tannate de chaux est insoluble, et qu'il en est de même de la plupart des combinaisons calciques, à acide végétal, qui peuvent se rencontrer dans les jus et vesous.

Il ne conviendrait point de se laisser influencer par les doctrines intéressées de quelques théoriciens auxquels l'emploi du tannin enlève les espérances qu'ils avaient conçues de continuer indéfiniment à s'enrichir aux dépens de la sucrerie, car c'est tout au plus si l'on peut considérer leurs allégations comme équivalentes à des prétextes. Il est bon de savoir à quoi l'on a à faire. Or, comme tous les réactifs possibles, l'acide tannique présente ses qualités et ses défauts, ses avantages et ses inconvénients, relativement à la purification des jus sucrés. Il n'a pas d'action destructive sur le sucre ; mais, si on le laisse dans les liqueurs sucrées jusqu'à la cuite, il diminue le volume des cristaux qui se forment en abondance, mais sont d'une finesse extrême en présence de cet agent. Il est clair pour tout le monde, au moins pour tous ceux qui possèdent quelques vagues notions de chimie pratique, que le remède à cet inconvénient consiste à séparer d'une manière complète, à un moment opportun du travail, le petit excès de tannin employé, et il est évident qu'après l'emploi d'un léger excès de chaux, il ne peut plus se trouver de tannin dans les jus. La cristallisation doit, dès lors, se faire suivant la normale, et elle ne dépend plus que du degré de concentration de la cuite et de la température à laquelle la formation des cristaux a lieu.

L'objection qui vient d'être rapportée est exacte, mais ce n'est pas celle qui a été présentée par quelques antagonistes

du tannin, lesquels ne pouvaient se contenter de la vérité, qu'ils ne connaissent point, et devaient recourir à des allégations mensongères. On va voir, dans un instant, qu'elle a été l'idée lumineuse qu'ils ont rencontrée.

Nous venons de faire comprendre que le véritable défaut du tannin disparaît entièrement et absolument par un chaulage très-modéré, pratiqué sur les jus tannés. Il faut, bien entendu, que ce chaulage soit suffisant pour éliminer, non-seulement la totalité du tannin, mais encore pour donner à la liqueur une alcalinité assez prononcée.

Il y a encore un autre inconvénient du tannin, que nous avons déjà signalé dans notre étude de la brasserie[1]. Lorsque les liqueurs contenant des principes albuminoïdes ont été soumises à l'action d'une matière tannante quelconque, les tannates insolubles formés peuvent se rédissoudre à la longue, sous l'influence d'une ébullition prolongée. C'est pour cela que les bières, même les plus houblonnées, contiennent encore une proportion notable de matières azotées, et qu'on les considère comme nutritives. Le remède à cette circonstance est d'une telle simplicité, qu'il serait à peine nécessaire d'en parler si l'on n'avait affaire qu'à des observateurs de bonne foi. Il tombe, en effet, sous le sens commun, que, pour se mettre à l'abri de la conséquence qui vient d'être signalée, il suffit de débarrasser promptement les jus des matières rendues insolubles par le tannin, et de ne pas prolonger l'ébullition avant le chaulage. Et même on doit reconnaître que, en supposant, au pis aller, que des traces de matière azotée se trouveraient redissoutes, la situation serait encore cent fois meilleure que par l'emploi de tous les autres agents actuellement employés. La preuve de ceci ressort évidemment de la composition des sirops traités par le tannin, et dans lesquels il est impossible de rencontrer une proportion notable de matières albuminoïdes.

Après avoir examiné les deux objections réelles que l'on peut faire à l'emploi du tannin en saine technologie, on voit qu'elles ne présentent aucune valeur pratique. Ce n'est pas à ces objections que se sont attachés les adversaires de l'acide tannique, et la constatation du vrai eût été trop opposée à leurs habitudes. Dans le but de détourner l'attention des fabricants

1. *Guide du fabricant d'alcools et du distillateur*, t. II.

et de leur faire prendre le change, ils ont prétendu que les sucres obtenus à la suite du tannage des jus se blanchissent avec difficulté. Cette allégation n'est pas une erreur; c'est un mensonge de parti pris, et il y a si peu d'utilité à mentir, qu'on ne comprend pas très-bien dans quel but certaines gens s'abaissent à ce rôle. Il est facile à tout le monde, dans toutes les circonstances, de faire la preuve directe qui réduit à néant cette prétention bizarre. Que l'on prenne des sucres tannés, bruts, de basse nuance, si l'on veut, pourvu qu'ils aient été soumis au traitement rationnel dont les principes fondamentaux viennent d'être rappelés, et l'on pourra constater que le turbinage ordinaire leur fait acquérir le même degré de blancheur que l'on peut obtenir avec tous les autres sucres.

Que l'on place de ces sucres dans une allonge ou un entonnoir, ou dans une forme de sucrerie, en les tassant modérément, et l'on verra que le clairçage et le terrage produisent rigoureusement les mêmes effets que l'on constate avec les sucres de tout autre provenance. C'est assez nous être occupé, d'ailleurs, de ces questions accessoires, et il est aujourd'hui parfaitement démontré que, par un emploi intelligent des astringents, suivi d'un chaulage convenable, d'une saturation suffisante et de la transformation des alcalis, il n'existe pas un seul jus sucré, renfermant une proportion suffisante de sucre prismatique, dont on ne puisse isoler ce sucre dans les meilleures conditions, par les procédés manufacturiers de l'industrie. Nous en revenons donc à la carotte, et nous disons que le jus de cette plante remarquable peut être traité aussi facilement, et même plus aisément, que celui de la betterave, fournir un sucre brut de meilleur goût et des résidus d'une plus haute valeur nutrimentaire. Le seul desideratum à constater, par rapport à cette racine sucrière, consiste dans la nécessité d'améliorer les variétés à choisir, sous le rapport de la grosseur et de la richesse saccharine, pour pouvoir obtenir des résultats très-satisfaisants.

Nous avons déjà indiqué la ***carotte blanche des Vosges***, la ***carotte d'Achicourt*** et la ***carotte de Flandre***, comme devant servir de point de départ pour le perfectionnement, et nous ne doutons nullement du succès, surtout en présence d'une richesse actuelle constatée de 6,75 à 8,20, grâce à laquelle on pourrait déjà obtenir à l'hectare un rendement sucre au moins égal à celui de

la betterave. Le lecteur, en se reportant à ce qui a été exposé au sujet du rendement de la carotte (t. I, page 622), peut se rendre un compte exact de la valeur très-réelle de cette racine au point de vue de la sucrerie, et des conditions dans lesquelles il importe de se placer pour parvenir à une appréciation pratique des faits. En ce qui concerne le traitement général à suivre, nous sommes très-loin de dire que Proust ait mal opéré lorsqu'il a trouvé que le sucre de la carotte est difficile à extraire; nous disons seulement qu'il a opéré suivant les errements de son époque et que, alors, le sucre était imparfaitement connu dans ses relations avec les principes avec lesquels il peut se trouver mélangé, soit naturellement, soit par suite d'additions artificielles. On peut faire très-simplement une expérience concluante à laquelle nous nous sommes maintes fois livré avec des résultats constants. On prend des carottes arrivées à maturité, on les soumet à l'action de la râpe, en ayant soin d'arroser la pulpe avec l'infusion de 0,02 de tan, par une température de +50° à +60°. Cette pulpe est pressée dans une toile, et le jus, immédiatement porté à + 90°, reçoit 0,004 de chaux en lait. Il se décolore aussitôt, et prend une magnifique nuance blonde ou blanche, suivant les espèces. On porte au premier bouillon, puis, aussitôt, on laisse déposer, et l'on décante le jus clair. Le dépôt est pressé, et le produit liquide est réuni à celui de la décantation. On fait passer dans la liqueur un courant d'acide carbonique jusqu'à refus, puis on transforme les alcalis en phosphates, à l'aide d'un peu de solution de biphosphate de chaux, et l'on neutralise par quelques gouttes d'ammoniaque. On porte à l'ébullition pendant quelques minutes, puis on laisse reposer et l'on décante, à moins qu'on ne préfère agir par filtration. Le jus ainsi obtenu est immédiatement propre à être concentré; lorsqu'il est à 28° B. de densité, on le sépare des matières suspendues par une filtration mécanique, puis on procède à la cuite, que l'on conduit jusque vers + 44° B. La masse obtenue est laissée à elle-même jusqu'au lendemain, et l'on obtient une magnifique cristallisation d'un sucre sec, nerveux, d'une saveur très-agréable, et dont les cristaux sont parfaitement réguliers.

Le sirop d'égout peut facilement subir au moins une recuite, qui donne de prompts résultats.

On voit que ce procédé de laboratoire, déjà transporté dans

le domaine de l'industrie, n'a absolument qu'à être reproduit dans toute sa rigueur pour fournir des résultats manufacturiers, et que rien ne peut s'opposer à un traitement méthodique et rationnel de la carotte, considérée comme plante à sucre.

En ce qui concerne le rendement effectif, établi sur une teneur en sucre prismatique de 6,75 pour 100, la mélasse ne retient pas plus de 1,25 de sucre engagé, en sorte que, dans les conditions ordinaires, la production du sucre cristallisé serait de 5,50 et celle de la mélasse de 3 pour 100 environ.

Sans être ni détracteur ni enthousiaste de la betterave, et tout en reconnaissant le mérite considérable de cette plante sous tous les points de vue, on a le droit, ce nous semble, d'apprécier les choses sous un rapport plus spécialement agricole, de rechercher dans quelle proportion et de quelle manière on pourrait, le cas échéant, parer aux conséquences d'une disette ou d'une catastrophe, et nous croyons que la carotte doit, dans cet ordre d'idées, appeler, de la part des fabricants, une attention sérieuse.

II. — TRAITEMENT DU MAÏS.

La question du sucre de maïs a été l'objet de nombreuses expériences qui n'ont pas eu l'heureux résultat que l'on avait d'abord espéré. En effet, malgré tous les essais qui avaient été tentés et dont plusieurs avaient donné la constatation d'un produit remarquable en sucre prismatique, le maïs a été abandonné comme plante saccharifère, au moins dans nos pays, où la betterave joue un si grand rôle.

La canne à sucre, le sorgho et le maïs offrent tant de points de ressemblance, qu'il est difficile de ne pas les réunir dans une idée commune. Nous allons tracer rapidement l'histoire des travaux faits sur le sucre de maïs, avant d'indiquer le résultat de nos expériences personnelles et de tracer les règles à suivre dans le traitement de cette graminée.

De 1780 à 1785, de Bonrepos parvint à extraire du maïs un sucre concret et cristallisable; mais les expériences faites par Parmentier, qui ignorait les procédés de Bonrepos, ne le conduisirent qu'à des résultats négatifs; car, en 1813, on affirme, sur ces expérimentations, que *le sirop de maïs cristallise difficilement...*

Difficile n'a jamais signifié *impossible*.

Dix ans plus tard, Marabelli (de Pavie) retirait des tiges de maïs du sucre cristallisé, comparable au sucre de canne...

Vinrent ensuite Burger, Deyeux, Pictet (1811), le docteur Neuhold (de Grætz), Pallas (1824), Biot et Soubeiran...

Depuis cette époque, vers 1842, des expériences, suivies à la Louisiane, démontrèrent que le maïs sucré (*sugar corn*) peut donner de 16 à 17 pour 100 de sucre prismatique.

La polarisation circulaire a démontré également (Biot, 1836) que le sucre de maïs est identique avec le sucre de la canne.

Rapportons maintenant quelques expériences.

A la suite des travaux de Bonrepos, Parmentier obtint :

1° De 48 livres (23k,496) de tiges fraîches de maïs, 8 *onces* (245 grammes) de sirop... A quel degré???

2° De 12 livres (5k,875) de matière sèche provenant de tiges fraîches à la même période de maturité, 12 *grains* (0gr,60) *de sucre*.

3° De 30 livres (14k,685) d'épis de maïs verts, 18 *onces* (550 grammes) de sirop épais.

On conviendra qu'à part l'obtention de la quantité microscopique de sucre obtenue, ces expériences n'ont qu'une valeur négative.

Le docteur Neuhold se débarrassait de l'épi et des feuilles, et faisait écraser les tiges dont il retirait, pour 1,000 tiges, 70 à 71 litres de jus. Ce jus, après avoir bouilli et perdu ses écumes, était saturé par la craie à raison de 1k,5 environ pour la quantité indiquée précédemment. La liqueur, décantée et réduite à moitié par l'ébullition, était mise au repos pour la débarrasser de quelques substances mucilagineuses et extractives. Il était ensuite réduit doucement à moitié, puis filtré et mis au repos pendant tout l'hiver.

Ce sirop se dépouillait, pendant ce temps, d'une matière visqueuse, et il se conservait parfaitement, sans la moindre altération.

Au printemps, M. Neuhold achevait la concentration, et de 12 livres de sirop bien cuit il extrayait, en moyenne, 3 livres 1/2 de sucre cristallisé et 8 livres 1/2 de mélasse.

Malgré l'imperfection évidente des procédés de M. Neuhold, on peut cependant tirer de son travail quelques conséquences fort remarquables :

1° 140 parties de jus de maïs ont donné 12 parties de sirop bien cuit ;

2° Le sirop a produit 3 parties 1/2 de sucre cristallisé ;

3° Il est resté 8 parties 1/2 de mélasse dont on n'a pas cherché à extraire le sucre ; mais, si nous nous en rapportons à ce que l'on constate tous les jours, nous pouvons établir que ces 8 parties 1/2 de mélasse ne pouvaient garder en dissolution moins de 50 pour 100 de sucre, ce qui donne 4 parties 1/4 ;

4° Le produit retiré et le produit négligé dans les mélasses auraient donc donné ensemble 7 parties 3/4 pour 140 parties de jus, soit 5,53 pour 100 comparé au jus ;

5° Si nous regardons la plante comme susceptible de fournir 50 pour 100 de jus, cela nous donne un produit en sucre cristallisable de 2,76 pour 100 de la plante ayant mûri et produit ses graines.

M. Lapanouse retirait 45 à 50 de jus pour 100 livres de plante ; il traitait ce jus par une sorte de défécation à l'aide de 0,125 de chaux pour 1,000 parties.

Il retirait de ses 100 livres de tiges 9 à 10 litres de sirop bien cuit, à peu près la moitié de ce que fournit la canne dans la pratique habituelle...

Pallas n'a retiré que 500 grammes de sirop à 34° Baumé sur 7 kilogrammes de tiges de maïs, soit un quatorzième, pendant que M. Lapanouse en a extrait 10 pour 100.

En fin de compte, il résulte de ces diverses expériences que l'on pourrait extraire des tiges du *maïs ayant fourni sa graine* environ 2,5 pour 100 en sucre cristallisé, ce qui serait déjà un grand avantage, puisque ce serait tirer un parti avantageux d'un déchet peu profitable.

Nous avons, par plusieurs reprises, essayé le maïs, avant et après sa maturité, sur des échantillons dont les épis avaient été retranchés, et sur d'autres qui les avaient conservés ; voici les chiffres que nous avons obtenus par le *traitement alcoolique :*

1° 100 parties de maïs, coupé avant la maturité, entre la floraison et la maturité des graines qui avaient été conservées, ont fourni en sucre cristallisable 4,6 ;

2° 100 parties de maïs, coupé après la maturité des graines, ont donné en sucre cristallisable 3,4 ;

3° 100 parties de maïs, coupé à l'époque intermédiaire entre

la floraison et la maturité, mais dont les épis avaient été retranchés, ont donné en sucre cristallisable 7,2;

4° 100 parties de maïs, privé des épis, coupé à l'époque ordinaire de la maturité, ont donné en sucre cristallisable 8,3.

Nous avons cru devoir conclure de ces expérimentations que le maïs, dans le climat de Paris, donne des produits plus abondants lorsqu'on a retranché les fleurs femelles, et qu'on le laisse parvenir à l'époque de sa maturité.

Chaque tige pesait en moyenne 480 grammes... En admettant ce chiffre moyen ordinaire de 480 grammes et supposant 40,000 pieds par hectare[1], ce serait un chiffre poids de 19,200 kilogrammes représentant 1 593 kilogrammes de sucre; mais cette quantité est fort loin de ce que produit la betterave.

En tous cas, si l'on avait jamais à traiter cette plante pour sucre, on devrait opérer comme nous avons dit pour le sorgho : le maïs donne un vesou verdâtre qui a besoin d'être déféqué avec soin.

Le maïs sucré ou *sugar corn* de la Louisiane est un maïs à graine blanche, translucide, de moyenne grosseur et un peu aplatie. On le cultive pour la farine que l'on en retire. Des expériences sérieuses prouvent que ce maïs fournit presque autant de sucre que la canne, et il est très-probable que la maturation des graines ne diminuerait pas assez le rendement saccharin pour qu'on ne pût pas en tirer avantageusement les deux produits. Il serait à désirer que cette précieuse variété fût mise à l'étude en Europe, en France surtout, où la différence climatérique est assez peu considérable, et dont le sol se prêterait merveilleusement à cette culture.

De l'ensemble des documents qui précèdent, et qui sont reproduits à peu près textuellement de notre première édition, on peut conclure que le maïs, récolté dans de bonnes conditions, peut fournir de 9 à 10 pour 100 de masse cuite de bonne qualité, et le rendement de cette masse ne pouvant être inférieur à 70 pour 100 de sucre en trois jets, il en résulterait que le maïs peut fournir environ 7 pour 100 de sucre cristallisé, d'une qualité parfaite, pourvu que l'on ait retranché les épis, et que la plante ait été récoltée dans un état de maturité parfaite.

On a vu qu'en adoptant un degré convenable d'écartement

1. Par un écartement de $0^m,50$ en tous sens...

entre les tiges, on pourrait compter sur un chiffre pratique de 50,000 kilogrammes de cannes de maïs par hectare. Ce serait donc un rendement en sucre de 3,500 kilogrammes dans cette condition, et si l'on choisissait les espèces les plus productives, plus sucrées, si l'on s'attachait à améliorer cette plante par une culture rationnelle, il y a tout lieu d'espérer que l'on pourrait arriver à lui faire prendre un rang très-estimable parmi les végétaux saccharifères. Nous avons exécuté et nous avons fait exécuter quelques tentatives de ce genre. Le maïs sucré de la Louisiane a été principalement l'objet de nos recherches. Comme cette variété présente l'inconvénient assez grave de ne parvenir que difficilement à maturité dans notre climat, nous pensons que le premier objet des recherches à faire devrait consister dans une modification de la plante sous ce rapport, et dans l'obtention d'une sous-variété plus rustique, plus précoce, conservant cependant sa richesse sucrière. On comprend qu'un semblable travail d'amélioration exige des années, et il est presque impossible de faire à l'avance aucune espèce de pronostic sur les chances de réussite présentées par l'opération.

Le traitement du maïs devrait être calqué absolument sur celui de la canne ou du sorgho, et il peut se faire que, dans un grand nombre de cas, on trouve de l'intérêt à extraire le sucre des tiges qui auraient déjà fourni une récolte de grains. Quoique cette question soit encore vague et indéterminée, il est à croire que, si elle parvenait à intéresser quelqu'un de nos expérimentateurs horticoles, la solution culturale ne s'en ferait pas longtemps attendre. Il semble que les graminées étant essentiellement des plantes saccharines, dans lesquelles le sucre prismatique existe constamment, au moins à une époque de la vie végétale, tout le travail de transformation et d'amélioration à faire se borne à obtenir une rusticité plus grande, une maturité plus prompte, tout en augmentant la richesse sucrière et en améliorant la plante par la sélection. Qui nous dit que le sorgho sucré soit autre chose qu'une variété accidentelle produite par l'action du pollen de la canne sur les panicules du grand sorgho, au moment de la fécondation? Qui peut assurer que le maïs ne puisse se modifier sous une influence analogue? Dans tous les cas, en récoltant après une maturité parfaite les graines produites par les variétés reconnues les plus sucrées et les plus précoces, nous croyons qu'il serait possible de pro-

duire une variété fixe, riche en sucre, et n'exigeant pas plus de six ou sept mois de séjour en terre pour parcourir toutes les phases de sa croissance.

Ne pourrait-on pas, d'ailleurs, recourir à la greffe, comme nous l'avons déjà fait, en 1872, et prendre la canne pour sujet, sur lequel on grefferait le maïs et le sorgho, dans l'espoir d'obtenir des graines dont les produits participeraient aux qualités de la canne elle-même? Il y a pour parvenir à ce but deux procédés à suivre : ou la greffe herbacée, que nos horticulteurs pratiquent aujourd'hui avec tant d'adresse, ou bien une autre sorte de greffe, que nous avons pratiquée de la manière suivante. En coupant obliquement un tronçon de canne, et en faisant un trou cylindrique dans la moelle, on introduit dans cette ouverture les jeunes radicelles d'un pied de sorghó ou de maïs, en prenant garde de les froisser; on fait glisser alors de la terre fine autour de ces radicelles, de manière à remplir le trou, et on humecte de quelques gouttes d'eau. La section est recouverte à l'aide d'un peu de terre grasse, et la jeune plante continue à végéter dans ces conditions. Quelques accidents, indépendants des circonstances mêmes de l'opération, ont détruit des greffes de sorgho ainsi pratiquées sur la canne, et il ne nous a pas été possible de suivre l'expérience jusqu'à la maturation des graines; mais les espérances de succès étaient suffisantes pour que nous ayons pris la résolution de renouveler cet essai jusqu'à ce qu'il nous ait donné pleine satisfaction.

Nous bornons ici ce que nous avions à dire au sujet du sucre du maïs, en faisant observer que, dans ce qui a été exposé à propos du sorgho et du maïs, nous n'avons pas eu la pensée de mettre, en quoi que ce soit, ces plantes en comparaison avec la cannamelle qui est la plante saccharifère par excellence. Il était seulement nécessaire d'indiquer la possibilité d'extraire le sucre de plusieurs végétaux qui ne sont point aujourd'hui cultivés pour cet objet, mais qui, le cas échéant, pourraient aisément présenter des ressources considérables et parer aux accidents en présence desquels on ne doit jamais rester désarmé.

CHAPITRE II.

Sucre des cucurbitacées. Sucre de la châtaigne.

Avant de passer à l'examen des procédés à suivre pour l'extraction du sucre des séves sucrées, qui méritent une attention particulière, il est bon de jeter un coup d'œil sur d'autres matières premières appartenant à la culture européenne, et qui pourraient également fournir un appoint notable dans certaines conditions données. Nous voulons parler des cucurbitacées et de la châtaigne et, sans attacher à ces matières plus d'importance actuelle qu'elles n'en méritent, nous pensons qu'il peut être utile de ne pas les passer entièrement sous silence.

I. — SUCRE DES CUCURBITACÉES.

L'analyse de Zenneck n'a donné que 1,66 de sucre pour 100 dans le concombre vert, mais cette quantité se trouve en présence de 97,14 d'eau et, en ramenant la composition de la matière à ce qu'elle présente dans son état de siccité, on trouve 48,20 de sucre et 13,20 de dextrine sur 100 parties de substance sèche (t. I, page 261). On a constaté des quantités de sucre encore beaucoup plus considérables, relativement à la proportion de la matière soluble, dans toutes les variétés du melon et de la pastèque. Le melon sucré de Tours ne renferme pas moins de 16 à 18 de sucre prismatique, et il ne contient que des traces de glucose lorsqu'il est parvenu à son entière maturité. Sans doute, sous le climat de Paris et dans la plus grande partie de l'Europe, il est difficile, ou même impossible, de songer à exploiter ces plantes en grande culture pour en produire des quantités assez considérables destinées à la sucrerie, et les variétés des cucurbitacées qui croissent en pleine terre dans les parties froides ou tempérées de l'ancien continent sont assez peu nombreuses. Mais le melon et ses congénères croissent en pleine terre dans le midi de la France, en Espagne, en Italie, en Algérie, etc., et ce serait, à notre avis, une faute de se laisser entraîner à des idées trop absolues de généralisation. Ce

qui n'est pas applicable sous tel parallèle devient d'une culture facile et rémunératrice sous une autre latitude. Rien n'empêche de voir dans les cucurbitacées des plantes sucrières utilisables pour tous les pays où elles peuvent croître et mûrir en pleine terre. D'un autre côté, il a été observé (t. II, page 638) que ces plantes sont celles qui se prêtent le plus facilement peut-être au croisement des races et à la formation de nouvelles variétés, présentant des modifications profondes dans leurs qualités générales. Il peut donc se faire très-bien, *à priori*, que le croisement d'une variété rustique, telle que le potiron, avec une variété très-sucrée, comme le melon de Tours, puisse donner lieu à des sous-variétés rustiques et sucrées, cultivables en pleine terre et fournissant des produits avantageux. Avant de donner à cet égard des affirmations que nous considérerions nous-même comme prématurées, nous attendrons d'avoir obtenu définitivement la sanction des faits, quelque probable que la solution en soit à nos yeux. Cependant, lorsqu'on se trouve en présence d'une expérience de fabrique, comme celle de M. Hoffmann, et qui a été rapportée dans notre premier volume (*Note* J, page 776), on ne peut s'empêcher de se demander par suite de quelle négligence ce qui provoquait l'attention publique en 1837 est tombé dans l'oubli le plus profond. Nulle part, et malgré toutes les recherches, nous n'avons pu retrouver de traces de la citrouille à soie traitée par l'industriel hongrois, et nos expériences d'amélioration n'étant pas terminées, nous ne pouvons que nous borner à des généralités.

Le traitement des cucurbitacées, sous le rapport manufacturier, ne peut présenter aucune difficulté notable, et les procédés suivis pour le jus de betterave paraissent s'appliquer au jus de ces plantes avec la plus grande facilité. Ce qui précède nous dispense d'entrer dans des détails inutiles à cet égard, et nous pensons que le lecteur peut toujours, en se rapportant aux principes exposés et démontrés, inaugurer en fabrique le traitement de toutes les plantes sucrières dont il pourra se procurer une quantité suffisante.

II. — SUCRE DE LA CHATAIGNE.

Bien que cette fabrication ne présente pas de grands avantages quant à présent, et quoiqu'il semble que la betterave,

la canne et le sorgho puissent fournir en tout temps la quantité de sucre nécessaire à la consommation générale, il n'est pas moins du plus haut intérêt pour le fabricant d'étudier les autres matières végétales qui sont susceptibles de fournir du sucre dans des circonstances imprévues. La crise des alcools, en 1854, aurait été évitée si les producteurs ne s'étaient pas attachés exclusivement au vin de raisin et s'ils avaient compris plus tôt que toute matière saccharine ou saccharifiable est une source d'alcool.

Le même raisonnement doit s'appliquer au sucre, et un ouvrage complet sur le sucre prismatique, un livre vraiment digne de mériter ce titre de monument impérissable dont parle le poëte, devrait présenter l'étude complète de toutes les matières saccharifères dont on peut retirer le sucre cristallisable lorsque les autres échappent à la production pour une raison ou pour une autre.

Et la châtaigne n'est pas une de ces matières premières dont on ait à faire tant de dédain, lorsqu'on se préoccupe des grands intérêts de la production générale d'une contrée comme la France. Pour s'en convaincre, il suffit de rappeler les chiffres analytiques que nous avons déjà produits.

La châtaigne fraîche contient, sur 1,000 parties en poids :

Eau de végétation			546k,00
Enveloppes	92k,00	Ensemble...	454 ,00
Sucre	50 ,68		
Fécule	200 ,00		
Résidus	111 ,32		
			1000 ,00

Il ne me semble pas que les matières minérales soient très-abondantes dans la châtaigne et, vraisemblablement, on doit se trouver ici dans les conditions présentées par la plupart des fruits, qui ne contiennent que des quantités insignifiantes de ces matières, lesquelles sont, au contraire, plus abondantes dans les racines et les tiges. Le manque de documents précis à ce sujet ne permet guère d'appréciations exactes, mais, lorsqu'on sait que 1000 kilogrammes de châtaignes peuvent fournir 50k, 68 de sucre, 200 kilogrammes de fécule et 111k, 32 de résidus que l'on peut introduire dans l'alimentation du bétail, lorsque l'on réfléchit d'ailleurs à ce côté de la question, que les végétaux à longue existence fournissent annuellement,

sans frais, un produit à peu près fixe et tout trouvé, il semble que l'on puisse accuser de négligence tous ceux qui ne savent pas ou qui ne veulent pas en tirer parti.

Nous reproduisons ici un extrait du mémoire de MM. Darcet et Alluaud, inséré au *Moniteur*, les 30 et 31 mars 1812, dans lequel ils rendent compte des expériences du chimiste toscan M. Guerrazi, et de leurs travaux personnels sur le sucre de châtaigne et son extraction. Nous ferons suivre cette pièce remarquable de quelques observations sur le mode de fabrication de ce produit.

« La découverte du sucre de châtaigne, nouvellement annoncée par M. Guerrazi, de Florence, est due à M. Parmentier, qui l'a annoncée depuis plus de trente ans. Dans son *Traité de la châtaigne*, publié en 1780, ce savant philanthrope donne une analyse de ce fruit. Le sucre qui s'y trouve n'échappa point à ses recherches, et quoiqu'elles n'eussent pas pour but d'en faire l'extraction, en rapprochant ses diverses observations, en les réunissant aux moyens qu'il a employés pour analyser la châtaigne, on reconnaît qu'il ne lui restait plus qu'à faire l'application de ces moyens pour entreprendre en grand l'extraction du sucre qu'elle contient. »

Les châtaignes de Toscane sont jusqu'à présent celles qui paraissent contenir le plus de sucre. D'après la première expérience de M. Guerrazi, 100 parties de ces châtaignes sèches lui ont fourni 60 de farine et 40 de sirop, dont il a extrait 10 parties de moscouade cristallisée. Un résultat si avantageux ne pouvait manquer de fixer l'attention de S. A. la grande-duchesse et, d'après ses ordres, M. le préfet de l'Arno fit répéter les expériences de M. Guerrazi dans le laboratoire du musée de Florence, par une commission composée des plus célèbres chimistes de cette ville. Il résulte du procès-verbal de cette commission que, ainsi que M. Guerrazi semble l'avoir prévu, les produits de cette expérience ont été plus considérables que ceux qu'il avait annoncés d'abord, puisqu'on a obtenu 64 pour 100 de farine et 44 de sirop, dont on a retiré 14 de sucre.

Voici le procédé de M. Guerrazi.

Immédiatement après avoir récolté les châtaignes, on les dépouille de leur enveloppe, soit en les battant avec un fléau, soit en forçant cette enveloppe à s'ouvrir en roulant un cylin-

dre de bois d'un poids assez fort sur des couches horizontales de châtaignes, soit enfin par d'autres procédés équivalents. Ces châtaignes ainsi dépouillées sont desséchées de la manière suivante :

On construit une chambre carrée en forme d'étuve, n'ayant qu'une porte et des tuyaux dans les parties latérales pour donner issue à la fumée.

Le plancher supérieur de cette chambre doit être carrelé en briques plates; la couverture doit être close, la porte et la fenêtre doivent fermer hermétiquement, afin qu'il ne s'échappe que le moins de chaleur possible.

Les choses étant ainsi disposées, on étend les châtaignes sur toute la surface du plancher, et l'on entretient, dans la partie inférieure de ce bâtiment, un feu assez ardent pour communiquer sa chaleur au plancher.

A mesure que l'air s'échauffe, les châtaignes se dessèchent; et pour que cette opération se fasse également, on doit avoir soin de les remuer avec un râteau pour changer les surfaces et pour faciliter leur entière dessiccation.

Lorsque les châtaignes sont parfaitement sèches, ce qui se reconnaît par la dureté qu'elles ont acquise, et lorsqu'elles sont cassantes, on les retire de ce séchoir pour les transporter dans un lieu où elles peuvent être conservées jusqu'à l'année suivante.

Avant de commencer l'opération, on concasse grossièrement les châtaignes, de manière à les réduire en trois ou quatre fragments, ce qui facilite en même temps la séparation de la pellicule, qui adhère quelquefois très-fortement, et qu'il est bon d'extraire, autant qne l'on peut, par des moyens simples et mécaniques.

On met les châtaignes ainsi concassées infuser dans l'eau, qui doit les surnager.

Après cinq ou six heures, on soutire cette eau, dont la portion inférieure est bien plus chargée que la supérieure.

On ferme le trou ou robinet, et l'on verse une nouvelle quantité d'eau, que l'on soutire de même après cinq ou six heures, en la remplaçant par une troisième, que l'on traite de la même manière.

Il est prudent, surtout en été, de soumettre à l'évaporation l'eau des différentes infusions, à mesure qu'on la sépare des

châtaignes, pour la soustraire à la fermentation, qui s'y établirait assez promptement.

Comme l'eau, en même temps que le sucre et d'autres matières, a dissous l'albumine végétale qui existait dans les châtaignes, celle-ci, en se coagulant par la chaleur, clarifie parfaitement l'infusion qui, réduite à un tiers par l'évaporation et filtrée, est portée, par une nouvelle évaporation, à une consistance de sirop épais, ou à 38° du pèse-liqueur de Baumé.

Il faut préférer pour l'évaporation les chaudières plates, évasées, peu profondes, et évaporer peu d'infusion à la fois, pour n'être pas obligé de la tenir longtemps sur le feu.

On dispose le sirop à donner promptement et abondamment du sucre cristallisé, en le remuant pendant quelques minutes avec une écumoire, de façon à y engager une certaine quantité d'air.

Le sirop ainsi préparé est distribué dans des terrines évasées et peu profondes, où il se prend d'autant plus promptement en cristaux que son épaisseur est moindre et sa surface plus grande. Le remuement, répété de temps en temps dans les terrines, accélère la cristallisation.

Lorsque tout le sirop est pris en une masse bien consistante, on le délaye avec une petite quantité d'eau, et on le soumet, dans un sac de toile bien serrée, à une forte pression.

On obtient, par ce moyen, une moscouade qui, quoique sentant un peu la châtaigne, est plus sèche, moins colorée que la plupart des moscouades de canne, et qui, par le raffinage, peut être aisément portée au plus haut degré de pureté et de blancheur.

Quant aux châtaignes séparées de l'eau de la troisième infusion, on les soumet à une très-forte pression; ainsi exprimées, elles peuvent être parfaitement séchées en trois heures au soleil en été et, dans un temps à peu près égal, au vent ou à l'étuve; mais il faut que la dessiccation en soit prompte, autrement elles subissent une fermentation qui les altère.

En séchant, on les voit brunir à la surface, mais dans l'intérieur elles sont blanches; elles donnent à la meule une farine assez passable, et qui, mêlée en proportion convenable avec celle de froment, sert à faire de bon pain.

L'auteur ajoute que toutes les espèces de châtaignes peu-

vent donner et donnent en effet plus ou moins de sucre; cependant il est toujours préférable de choisir celles qui sont les plus douces, les plus blanches, et qui n'ont pas été fortement colorées dans le séchoir.

En été, et lorsqu'on les a gardées un certain temps, il faut s'assurer qu'elles ne sont ni gâtées ni devenues rances, ce qui arrive quand on ne les conserve pas dans un lieu bien sain et à l'abri de l'humidité.

Chargés de répéter les expériences de M. Guerrazi sur des châtaignes de France, d'en faire de comparatives avec celles de Toscane, et enfin de varier, par quelques essais de perfectionnement, les procédés indiqués, MM. Darcet et Alluaud ont commencé par s'assurer de la perte en eau que les châtaignes fraîches éprouvent dans leur dessiccation.

Sur 500 grammes de châtaignes fraîches du Limousin, cette perte a été de........................	273 grammes.
Le poids du fruit sec s'est trouvé de...............	181 —
Et celui des enveloppes et des pellicules, de........	46 —
Total.............	500 grammes.

D'après cette proportion, 100 parties de châtaignes vertes produisent 45,40 de châtaignes sèches, et 36,20 de fruits secs et dépouillés de la peau qui les recouvrait.

Voici le résultat des expériences que MM. Darcet et Alluaud ont faites sur des châtaignes du département de la Haute-Vienne :

Après avoir fait sécher ces châtaignes dans une étuve chauffée par une lampe à courant d'air, on les a dépouillées, autant que possible, de la deuxième pellicule; on en a ensuite pesé 3 kilogrammes, qui ont été divisés en deux lots : l'un, pesant 2 kilogrammes, était composé de morceaux dont les plus volumineux étaient de la grosseur des petits pois; l'autre, pesant 1 kilogramme, était en partie réduit en poudre, dont les plus gros grains étaient comme du riz. On avait préparé d'avance un petit cuvier, en y adaptant un robinet au fond, et en garnissant ce dernier d'un lit de paille. On a placé sur la paille les 2 kilogrammes de châtaignes du premier lot, on a couvert cette couche avec le deuxième lot, et enfin on a versé par-dessus le tout 8 litres d'eau froide, à la température de 12 degrés centigrades.

Les châtaignes se sont insensiblement gonflées; mais l'eau n'a pas été entièrement absorbée, et il en est resté toujours en quantité suffisante pour qu'elle surmontât les châtaignes.

Après cinq heures d'infusion, on a retiré par le robinet 4 litres moins 1/4 de liqueur légèrement acide, et qui marquait 8° 1/2 au pèse-liqueur de Baumé pour les sels et les lessives. Nous nommerons cette liqueur A.

On a remis sur le marc 4 litres d'eau, et on a laissé reposer le tout pendant cinq heures; on a ensuite retiré 4 autres litres de liqueur un peu acide et marquant 3° au même aréomètre. Nous la désignerons par B.

On a versé sur le marc 4 litres de nouvelle eau, on a laissé infuser toute la nuit, et on a obtenu encore 4 litres de liqueur marquant 1° 1/2 et légèrement acide, C.

Ces 4 litres ont été de nouveau remplacés par une semblable quantité d'eau, qui, cinq heures après, a rendu 4 litres moins 1/4 de liqueur marquant 1° à l'aréomètre, D.

Enfin, on a versé 3 litres d'eau sur le marc pour en éviter la fermentation, et le lendemain matin on a soutiré 3 litres de liqueur à zéro.

Le marc de châtaignes, bien pressé et séché d'abord au bain-marie, et ensuite à l'étuve à quinquet, à la température de + 70 degrés centigrades, s'est trouvé du poids de 1k,793, ce qui fait 59,80 pour 100 de châtaignes employées, et contenant 10 d'humidité, ou 66,40 pour 100 de châtaignes qui en seraient entièrement privées.

Traitement des eaux de lavage.—La transparence de ces eaux était altérée par une certaine quantité d'amidon qu'elles tenaient en suspension. Cet amidon se convertissait en colle aussitôt que la liqueur était assez fortement chauffée pour en coaguler l'albumine, et il suffisait pour faire prendre cette liqueur, par le refroidissement, en masse tellement visqueuse, qu'il n'était plus possible de la filtrer dans cet état.

Pour remédier à ce grave inconvénient, MM. Darcet et Alluand ont essayé de laisser déposer les eaux de lavage au sortir du cuvier, et de les séparer par décantation du dépôt d'amidon. Ce moyen a parfaitement réussi : les eaux de lavage, après avoir reposé pendant douze heures, et les liqueurs claires ayant été soutirées au siphon, ont été successivement exa-

minées, en faisant bouillir séparément une petite portion de chacune d'elles. La liqueur A contenait beaucoup d'albumine. que l'ébullition du liquide a coagulée en gros flocons; la liqueur B n'en contenait qu'une quantité inappréciable, et la liqueur C n'en a présenté aucune trace.

Les liqueurs ont été mêlées ensemble, afin que l'albumine des premières servît à clarifier les dernières : comme elles étaient légèrement acides, on y a ajouté environ 60 grammes de craie pour opérer la saturation de l'acide.

Ensuite on procéda à la cuite de ces eaux : lorsqu'elles furent portées à l'ébullition, elles se troublèrent et l'albumine se coagula en gros flocons d'un brun vineux; la liqueur devint alors parfaitement claire et, après l'avoir fait évaporer jusqu'à ce qu'elle marquât 10° à l'aréomètre, on la fit passer à travers une toile d'un tissu serré pour en séparer la craie et l'albumine.

La filtration terminée, le sirop fut de nouveau soumis à l'évaporation jusqu'à ce qu'il fût réduit tout chaud à 38° de l'aréomètre de Baumé, degré de cuisson recommandé par M. Guerrazi.

Le sirop amené à ce point fut mis dans une capsule; pendant le refroidissement, on l'agita continuellement avec une cuiller, pour y introduire la plus grande quantité possible de bulles d'air. Il fut ensuite déposé dans un lieu sec et chaud, et l'on continua de lui faire subir la même agitation tous les jours, matin et soir, afin de faciliter le rapprochement des molécules du sucre cristallisable.

Au bout de quinze jours, de petits cristaux commencèrent à paraître; au fur et à mesure que la cristallisation avançait, le sirop, qui était fort épais, devenait plus liquide; après le vingt-septième jour, elle parut terminée. La masse du sirop non cristallisable, quoique coulante, empâtait assez fortement les petits cristaux *granuliformes* du sucre, et les empêchait de se réunir. On ajouta un peu d'eau pour diminuer la viscosité de ce sirop, on versa le tout dans un linge fin plié à plusieurs doubles, et on le soumit ainsi, d'abord à l'action graduée de la presse du fondeur, et ensuite à celle de la presse hydraulique.

On obtint par ce moyen 275gr,50 de belle cassonade couleur nankin et presque aussi sèche que la cassonade du commerce.

produit égal à celui de 5,85 de moscouade marchande par 100 de châtaignes sèches du commerce, et à celui de 6,50 par 100 de châtaignes sèches sortant de l'étuve.

MM. Darcet et Alluaud observent : 1° qu'il convient de diviser les châtaignes en trois ou quatre tranches avant de les porter à l'étuve, plutôt que de les peler : cette opération sera d'autant plus simple qu'on pourra la faire à l'aide d'un découpoir. Lorsque les châtaignes seront sèches, il suffira de les agiter dans une caisse octogone, à laquelle on imprimera un mouvement de rotation, pour en détacher la peau et la pellicule, qu'on en séparera ensuite au moyen du van. Les eaux de lavage entraîneront ainsi moins d'amidon et, si elles en contenaient encore une certaine quantité, on la laissera déposer, et l'on soutirera les eaux claires par décantation.

2° Les premières eaux de lavage dissolvant la plus grande partie du sucre et de l'albumine contenus dans les châtaignes, il est inutile de les lessiver jusqu'à zéro; mais, si les sirops non cristallisables fournissent assez d'alcool pour que la distillation en présente des bénéfices, si l'extrait qui restera dans les châtaignes empêche la pâte de subir la fermentation panaire, et prive de les faire entrer dans la confection du pain, si enfin la farine de châtaignes, dépouillée de tout l'extrait, est propre à cette confection et acquiert dans cet état une valeur plus considérable, il sera plus avantageux de lessiver jusqu'à zéro.

3° L'idée d'agiter le sirop après sa cuisson, pour y introduire une grande quantité de bulles d'air, est très-ingénieuse. En effet, lorsqu'on ne rapproche le sirop de châtaigne qu'à 38° de l'aréomètre de Baumé, ce sirop contenant encore une assez grande quantité d'eau pour tenir tout le sucre en dissolution, il est évident que la cristallisation ne peut avoir lieu qu'autant qu'une évaporation lente a réduit les principes de ce sirop à des proportions convenables. L'agitation du sirop en multiplie les points de contact avec l'air et, si ce fluide est bien sec, il facilite la cristallisation en absorbant ou dissolvant une partie de l'eau. De plus, outre que la grande quantité de bulles d'air qu'il introduit dans le sirop en rend la masse plus légère, elle la divise par des milliers de petites géodes, et les molécules cristallines, engagées dans des cloisons peu épaisses qui tapissent ces géodes, viennent alors sans effort en tapisser les pa-

rois; enfin, la cristallisation qui s'opère à la fois dans toute la masse sirupeuse est d'autant plus prompte, que l'eau s'unit à l'extrait gommeux, dont elle diminue la viscosité au fur et à mesure qu'elle abandonne les molécules cristallines du sucre.

C'est par ce moyen que M. Guerrazi est parvenu à faire cristalliser le sirop de sucre de châtaignes qui, livré à lui-même dans une étuve, s'y prend en masse gommeuse, sans donner aucun indice de cristallisation.

La moscouade qu'on obtient est sensiblement colorée et retient toujours un peu de sirop non cristallisable; on l'en dépouillera en grande partie, si, après l'avoir comprimée dans des formes, on fait filtrer à travers une certaine quantité d'eau. En faisant servir cette eau à de nouveaux lavages, le sucre qu'elle aura dissous dans cette opération ne sera point perdu, le produit sera plus blanc et conservera moins la saveur de la châtaigne; enfin, on pourrait terminer avantageusement ce lavage avec l'alcool.

4° La dessiccation tendant à diminuer la quantité des principes cristallisables contenus dans la châtaigne, il paraîtrait plus avantageux d'opérer sur la châtaigne fraîche que sur la châtaigne sèche; mais la châtaigne verte ne se conservant que six mois de l'année, les manufactures seraient obligées de suspendre leurs travaux pendant six autres mois; tandis qu'en opérant sur la châtaigne sèche, elles pourront travailler l'année entière. D'ailleurs, il est des années où plus de la moitié des récoltes est détruite par la moisissure et la pourriture: la dessiccation prévient en grande partie cette perte.

Il est beaucoup de cas où l'économie des trois cinquièmes que la dessiccation apportera dans les frais de transport sera plus grande que les avantages qu'on aurait à opérer sur la châtaigne verte; sous ce rapport, il est essentiel que la dessiccation se fasse à la campagne; elle présentera encore une économie de moitié dans la différence du prix du combustible.

5° Le mode de dessiccation usité en Toscane est encore susceptible de perfectionnement; il est probable qu'une étuve à courant d'air chaud, dont la température pourra être graduée à volonté, remplira entièrement l'objet qu'on doit se proposer en procurant la plus grande économie possible de temps et de combustible. C'est surtout en Limousin que cette méthode de

dessiccation aura une influence doublement utile. La châtaigne, n'étant plus exposée au contact de la fumée, ne contractera pas le goût d'empyreume qu'elle lui communique.

Les auteurs terminent leur mémoire par des considérations sur l'importance de la culture des châtaignes, principalement dans le ci-devant Limousin[1].

A quelque temps de cette communication, M. Alluaud adressa au préfet de la Haute-Vienne un mémoire sur la préférence à accorder au procédé de dessiccation des châtaignes usité en Toscane, comparativement à celui du Limousin. Ce mémoire, parvenu au ministre du commerce, fut l'objet d'un rapport à la Société d'encouragement, rédigé par Bosc; nous en extrayons ce qui suit:

« Le séchoir employé dans le département de la Haute-Vienne et autres environnants, même dans toute la France, est un bâtiment carré isolé de l'habitation, dont la surface est d'environ 9 mètres et la hauteur de 4 mètres. A la moitié de cette hauteur se placent les solives qui supportent des claies, sur lesquelles on répand une couche de châtaignes de 16 centimètres d'épaisseur. Au-dessous, on allume un feu modéré, qu'on entretient ordinairement jour et nuit, et qu'on change souvent de place. La dessiccation de cette quantité de châtaignes, qu'on remue deux ou trois fois par jour, s'opère en vingt ou vingt-cinq jours.

« M. Alluaud reproche à ce séchoir : 1° d'être sujet à prendre feu; 2° de ne pouvoir recevoir un degré de chaleur assez élevé et assez égal; 3° de donner inutilement lieu à une grande consommation de bois et de temps; 4° de faire souvent contracter aux châtaignes une odeur d'empyreume fort désagréable. Il observe de plus que, les châtaignes n'étant pas dépouillées de leur peau, cette peau ralentit leur dessiccation et occasionne une altération dans la saveur.

« Ces reproches sont fondés, mais peuvent tous être atténués par l'effet des soins de ceux qui surveillent la dessiccation : aussi dans les Cévennes, où ils sont plus rigoureux que dans le Limousin, se plaint-on rarement de l'accident du feu et de l'odeur d'empyreume des châtaignes sèches. Là, on dépouille les châtaignes de leur peau le jour même qu'on les retire de

1. Nous avons reproduit leurs opinions dans le premier volume de cet ouvrage (page 645).

dessus la claie, de sorte qu'elles n'offrent jamais cette couleur noire et cette saveur amère qui sont si communes dans celles du Limousin, où l'on n'ôte la peau qu'à mesure de la consommation.

« Les séchoirs que M. Alluaud propose de substituer à ceux de son pays sont ceux de Toscane. Ces derniers ne sont pas connus au comité d'agriculture; mais M. de Lasteyrie qui les a vus nous assure qu'ils ne différaient pas sensiblement des nôtres.

« Il ne suffit pas d'indiquer des moyens parfaits pour opérer la dessiccation des châtaignes; on doit faire en sorte que ces moyens soient, sous les rapports de l'économie et de la facilité de l'exécution, à la portée de ceux qui s'en servent. Or, tous les habitants des montagnes qui se nourrissent de châtaignes sont extrêmement pauvres, habitent des hameaux fort écartés les uns des autres, et qui ne peuvent souvent, à cause de l'abondance des neiges, communiquer pendant l'hiver. Ainsi la première de ces circonstances empêche qu'ils puissent construire des séchoirs très-coûteux, et la seconde s'oppose à ce qu'on leur en fasse construire de banaux, c'est-à-dire de communs à plusieurs hameaux, puisqu'ils ne pourraient en faire usage à l'époque la plus convenable. Forcer les habitants des pays de montagnes, qui n'ont que six mois d'été, à interrompre leurs travaux agricoles après la récolte des châtaignes pour les porter à un séchoir commun, serait les empêcher de semer leurs seigles, de récolter leurs pommes de terre, leurs raves, etc. Ce n'est point pour l'hiver qu'on dessèche les châtaignes, c'est pour le printemps et l'été suivant : aussi les habitants des montagnes ne se pressent-ils pas de leur faire subir cette opération, puisque, lorsqu'elles sont complétement mûres, elles se conservent fort bien fraîches pendant trois ou quatre mois. Il est vrai que cette complète maturité est rare, et qu'elles s'altèrent le plus souvent avec beaucoup de rapidité, comme on s'en aperçoit même à Paris, où l'on n'envoie cependant que des châtaignes choisies.

« J'ajouterai qu'enterrées à deux ou trois pieds dans un terrain sec, et stratifiées avec de la terre de bruyère (sans doute encore mieux avec du poussier de charbon), elles peuvent se conserver dix-huit mois bonnes à manger, si j'en juge d'après une expérience faite aux environs de Paris, climat moins favo-

rable à ce fruit que celui des montagnes, à raison de sa plus haute température.

« Pour jouir des avantages d'un séchoir aussi parfait que possible, il faudrait, selon M. Alluaud, que les châtaignes fussent préalablement dépouillées de leur peau; et comme cette opération est économiquement impossible, il propose de les diviser en trois ou quatre morceaux avec des coupoirs faits exprès.

« Le comité reconnaît que des châtaignes coupées se sécheraient bien plus promptement que des châtaignes entières; mais le résultat serait-il aussi bon, aussi susceptible de conservation que celui des châtaignes desséchées dans leur peau? C'est ce que l'opinion des habitants des montagnes et les observations de l'un de nous rendent plus que douteux. En effet, si l'action immédiate de la fumée altère toujours les châtaignes les plus légèrement entamées par accident, que ne produirait-elle pas sur celles qui lui présenteraient une ou deux surfaces?

« Il semblerait que la dessiccation au four devrait être préférable; mais l'expérience a prouvé que les châtaignes qui y avaient passé étaient moins savoureuses et se cuisaient plus difficilement. Aussi, nulle part que nous sachions ne l'opère-t-on par ce moyen, ni par celui des étuves, qui s'en rapproche beaucoup. Il semble que l'action de la fumée ou un grand courant d'air est nécessaire au succès de l'opération.

« De toutes les pratiques connues pour dessécher les châtaignes, celle des montagnes d'Espagne, observée par l'un de nous, est la plus conforme aux principes de la saine physique, et la plus économique; mais elle tire une partie de ses avantages de la manière de construire les maisons rurales dans ce pays.

« La principale pièce de l'habitation est surmontée d'une pyramide quadrangulaire, le plus souvent équilatérale, dont le sommet tronqué donne issue à la fumée du feu qu'on place immédiatement au-dessous, c'est-à-dire au milieu de la pièce. Dans la hauteur de cette pyramide on établit trois étages de claies à 3 pieds environ de distance l'un de l'autre. Le premier sert à mettre les châtaignes fraîches, qui, lorsqu'elles sont à moitié desséchées, sont transportées sur le second, et ensuite sur le troisième, leur quantité étant calculée en conséquence.

Le feu s'entretient nuit et jour, non pas seulement pour sécher les châtaignes, mais encore pour l'usage de la famille qui n'en a pas d'autre. Comme il est peu considérable, qu'on le surveille, qu'on a soin de renouveler les claies avec les châtaignes, qu'on éloigne ces dernières à mesure qu'elles se dessèchent, parce que, dans cet état, elles sont plus faciles à enflammer, les incendies sont extrêmement rares. Par ce moyen, les habitants de l'Espagne peuvent sécher dans le même temps, et sans consommation particulière de bois, trois fois plus de châtaignes que ceux du Limousin. »

Nous ne nous étendrons pas davantage au sujet de la dessiccation de la châtaigne, qui, d'après nous, est parfaitement inutile.

Si l'on avait aujourd'hui à traiter ce fruit pour sucre, il faudrait en même temps organiser une féculerie; on retirerait ainsi le sucre de la châtaigne d'une part, de la fécule de l'autre, et les résidus seraient employés à la nourriture du bétail. Dans aucun cas, on ne devrait traiter la châtaigne hors des lieux de production.

Les châtaignes *fraîches*, passant entre des laminoirs concasseurs, seraient divisées grossièrement, et de là elles subiraient l'action d'un tarare qui chasserait les écorces ou enveloppes superficielles. Le reste de la matière, trituré à la meule verticale ou sous des cylindres, fournirait une pulpe fine, que l'on traiterait ensuite par un procédé de macération méthodique ou de lévigation.

La fécule serait lavée et purifiée par les procédés spéciaux à son extraction; quant aux liquides de macération, ils seraient déféqués, concentrés, filtrés et cuits à l'ordinaire. Les sirops seraient portés au degré des cuites de sucre de betterave, car la cristallisation ne s'en ferait que mieux dans des bacs à cristalliser, et la purge des cristaux s'opérerait à la turbine.

Ces observations, jointes à ce qui précède, suffisent pour apprécier cette fabrication, dans le cas *très-hypothétique* où elle acquerrait une certaine utilité relative.

CHAPITRE III.

Extraction du sucre des séves sucrées.

En nous reportant aux considérations générales qui ont été exposées (t. I, p. 648), nous sommes obligé de reconnaître encore une fois, relativement aux séves sucrées des tiges arborescentes à longue existence, qu'elles présentent souvent des avantages économiques considérables sur les végétaux dont la culture périodique requiert des soins continus, de grandes dépenses, et présente des risques considérables. Avec les arbres à séve sucrée, au contraire, la mise en valeur de terrains souvent incultes, de fossés ou de bordures, suffit pour fournir presque tous les ans à une production sucrière abondante, qui ne dépense rien, ne coûte rien, que la peine de la récolte. C'est surtout en se plaçant au point de vue si utile de la fabrication du sucre dans la ferme que l'on doit reconnaître sans hésiter combien ces produits accessoires, inattendus, trouvés en quelque façon, peuvent améliorer la situation de l'agriculteur et, de la même manière que la récolte des merises est un coup de fortune pour les paysans des Vosges et de la Forêt-Noire, de même on peut dire qu'une récolte abondante de châtaignes serait une sorte de prime agricole rencontrée par la sucrerie en ferme. De même encore, une plantation d'érables à sucre ou de palmiers fournit, suivant les contrées, de ces produits d'à-côté qui créent parfois le bien-être, réparent les désastres et assurent le succès des autres opérations culturales.

Les séves sucrées sont d'une pureté si grande que l'on en retire du sucre par une simple concentration. Nous ne voulons pas dire que ce sucre offre les qualités que nous sommes habitués à exiger des produits de l'industrie avancée de l'Europe, mais c'est du sucre, du sucre vendable, accepté par le commerce et, lorsque l'érable fournit annuellement 50 000 000 de kilogrammes, que l'on retire des palmiers le double de cette quantité, il n'y a pas lieu, ce semble, de se montrer dédaigneux.

I. — SUCRE DE MAPLE.

Le sucre de *maple* se présente dans le commerce en gros prismes compactes, de la dimension des morceaux de savon dits *en brique;* il est d'une couleur grise brunâtre et, lorsqu'il a subi un certain degré de dessiccation, il devient assez difficile à briser. Un échantillon assez considérable nous a donné les résultats suivants par le traitement alcoolique :

Sucre cristallisable........................	81
Sucre incristallisable........................	19
	100

Il se conduit bien au raffinage et la décoloration en est facile.

La fabrication du sucre brut de maple est tout à fait élémentaire; elle n'a subi aucune variation importante, et le document suivant, emprunté au *Bulletin de la Société d'encouragement* (janvier 1811), présente autant d'actualité que s'il avait été rédigé à l'occasion de la dernière récolte.

Il offre, d'ailleurs, un assez grand intérêt pour que nous le mettions dans toute son étendue sous les yeux du lecteur.

« Nous allons indiquer la méthode qui est généralement suivie aux États-Unis pour extraire le sucre de la séve de l'érable; nous en devons la communication à M. Michaux, observateur éclairé, qui a séjourné plusieurs années dans l'Amérique septentrionale, et qui a recueilli des notions précieuses sur la culture des arbres forestiers de ce pays, dont quelques-uns sont déjà acclimatés en France.

« L'extraction du sucre d'érable est d'un grand secours pour les habitants qui vivent loin des ports de mer, dans les lieux où cet arbre est abondant; car, aux États-Unis, toutes les classes de la société font un usage journalier de thé et de café.

« Le procédé qu'on suit généralement pour obtenir cette espèce de sucre est très-simple, et il est à peu de chose près le même dans tous les lieux où on l'emploie. Quoique ce procédé ne soit pas défectueux, on pourrait le perfectionner et en retirer de plus grands avantages, si l'on suivait les instructions publiées dans ce pays pour le purifier.

« C'est ordinairement dans le courant de février ou dès les premiers jours de mars qu'on commence à s'occuper de ce travail; à cette époque la séve entre en mouvement, quoique la terre soit encore couverte de neige, que le froid soit très-rigoureux, et qu'il s'écoule presque un intervalle de deux mois avant que les arbres entrent en végétation. Après avoir choisi un endroit central, eu égard aux arbres qui doivent fournir la séve, on élève un appentis, désigné sous le nom de *sugar camp*, camp à sucre; il a pour objet de garantir des injures du temps les chaudières dans lesquelles se fait l'opération et les personnes qui la dirigent. Une ou plusieurs tarières d'environ trois quarts de pouce de diamètre, de petits augets destinés à recevoir la séve, des tuyaux de sureau ou de sumac de 8 à 10 pouces, ouverts sur les deux tiers de leur longueur et proportionnés à la grosseur des tarières, des seaux pour vider les auges et transporter la séve au camp, des chaudières de la contenance de 15 ou 16 gallons (60 à 64 litres), des moules propres à recevoir le sirop arrivé au point d'épaississement convenable pour être transformé en pain, enfin, des haches pour couper et fendre le combustible, tels sont les principaux ustensiles nécessaires à ce travail.

« Les arbres sont perforés obliquement de bas en haut, à 18 ou 20 pouces de terre, de deux trous faits parallèlement à 4 ou 5 pouces de distance l'un de l'autre; il faut avoir l'attention que la tarière ne pénètre que d'un demi-pouce dans l'aubier, l'observation ayant appris qu'il y avait un plus grand écoulement de séve à cette profondeur que plus ou moins profondément. On recommande encore et on est dans l'usage de les percer dans la partie de leur tronc qui correspond au midi : cette pratique, quoique reconnue préférable, n'est pas toujours suivie.

« Les augets, de la contenance de 2 ou 3 gallons (8 à 12 litres), sont faits le plus souvent, dans les États du Nord, de pin blanc, de frêne blanc ou noir, ou d'érable; sur l'Ohio, on choisit de préférence le mûrier, qui est très-commun; le châtaignier, le chêne et surtout le noyer noir et le *bitter nut*, ne doivent point être employés à cet usage, parce que la séve se chargerait facilement de la partie colorante et même d'un certain degré d'amertume dont ces bois sont imprégnés. Un auget est placé à terre, au pied de chaque arbre, pour recevoir la séve

qui s'écoule par les deux tuyaux introduits dans les trous faits avec la tarière; elle est recueillie journellement et portée au camp, où elle est déposée provisoirement dans des tonneaux, d'où elle est tirée pour emplir les chaudières. Dans tous les cas, elle doit être bouillie dans le cours des deux ou trois premiers jours qu'elle a été extraite du corps de l'arbre, étant susceptible d'entrer promptement en fermentation, surtout si la température devient plus modérée. On procède à l'évaporation par un feu actif, en ayant soin d'écumer pendant l'ébullition, et on ajoute à la richesse de la liqueur par l'addition successive de nouvelles quantités de séve, jusqu'à ce qu'enfin elle prenne une consistance sirupeuse; on la passe alors, après qu'elle est refroidie, à travers une couverture ou toute autre étoffe de laine, pour en séparer les impuretés dont elle pourrait être chargée.

« Quelques personnes recommandent de ne procéder au dernier degré de cuisson qu'au bout de douze heures; d'autres, au contraire, pensent qu'on peut s'en occuper immédiatement. Dans l'un ou l'autre cas, on verse la liqueur sirupeuse dans une chaudière qu'on n'emplit qu'aux trois quarts et, par un feu vif et soutenu, on l'amène promptement au degré de consistance requis pour être versée dans des moules ou baquets destinés à la recevoir. On connaît qu'elle est arrivée à ce point, lorsqu'en prenant quelques gouttes entre les doigts on sent de petits grains. Si, dans le cours de cette dernière cuite, la liqueur s'emporte, on jette dans la chaudière un petit morceau de lard ou de beurre, ce qui la fait baisser immédiatement. La mélasse étant écoulée des moules, ce sucre n'est plus déliquescent comme le sucre brut des colonies.

« Le sucre d'érable, obtenu de cette manière, est d'autant moins foncé en couleur qu'on a apporté plus de soin à l'opération, et que la liqueur a été rapprochée convenablement: alors il est supérieur au sucre brut des colonies, au moins si on le compare à celui dont on se sert dans la plupart des maisons des États-Unis; sa saveur est aussi agréable, et il sucre également bien; raffiné, il est aussi beau et aussi bon que celui que nous obtenons dans nos raffineries en Europe.

« Cependant on ne fait usage du sucre d'érable que dans les parties des États-Unis où il se fabrique, et seulement dans les campagnes; car, soit préjugé ou autrement, dans les petites

villes ou dans les auberges de ces mêmes contrées, on ne se sert que du sucre brut des colonies.

« L'espace de temps pendant lequel les arbres exsudent leur séve est limité à environ six semaines; sur la fin, elle est moins abondante et moins sucrée, et se refuse quelquefois à la cristallisation; on la conserve alors comme mélasse, qui est considérée comme supérieure à celle du commerce. La séve, exposée plusieurs jours au soleil, éprouve une fermentation acide qui la convertit en vinaigre.

« Dans un ouvrage périodique, publié à Philadelphie il y a quelques années, on indique la manière suivante de faire de la bière d'érable à sucre : on ajoute à 4 gallons d'eau bouillante 1 litre de cette mélasse, et un peu de levain pour exciter la fermentation; si, à cette même quantité d'eau et de mélasse, on ajoute une cuillerée d'essence de spruce, on obtient une bière des plus agréables et des plus saines.

« Le procédé que nous venons de décrire, qui est le plus généralement suivi, est absolument le même, soit qu'on tire la séve de l'érable à sucre ou sucrier, soit de l'érable rouge ou de l'érable blanc; mais ces deux dernières espèces doivent fournir le double de séve pour donner la même quantité de sucre.

« Différentes circonstances contribuent à rendre la récolte du sucre plus ou moins abondante : ainsi, un hiver très-froid et très-sec est plus productif que lorsque cette saison a été très-variable et très-humide. On observe encore que, lorsque pendant la nuit il a gelé très-fort, et que dans la journée qui suit l'air est très-sec et qu'il fait un beau soleil, la séve coule avec une grande abondance, et qu'alors un arbre donne quelquefois 2 à 3 gallons en vingt-quatre heures. On estime que trois personnes peuvent soigner deux cent cinquante arbres, qui donnent 1,000 livres de sucre, ou environ 4 livres par arbre, ce qui cependant ne paraît pas toujours être le cas pour ceux qui s'en occupent; car plusieurs fermiers sur l'Ohio assurent n'en obtenir qu'environ 2 livres.

« Les arbres qui croissent dans les lieux bas et humides donnent plus de séve, mais moins chargée de principes saccharins que ceux situés sur les collines ou coteaux; on en retire proportionnellement davantage de ceux qui sont isolés au milieu des champs ou le long des clôtures des habitations. On a remarqué aussi que, lorsque les cantons où l'on exploite an-

nuellement le sucre sont dépourvus des autres espèces d'arbres, même des érables à sucre mal venants, on obtient des résultats plus favorables.

« Pendant son séjour à Pitsburg, M. Michaux eut occasion de voir consigné, dans une gazette de Greensburg, le fait suivant, qui mérite d'être cité :

« Ayant, dit l'auteur de la lettre, introduit 20 tuyaux dans « un érable à sucre, j'ai retiré le même jour 23 gallons 3/4 de « séve, qui donnèrent 17 livres 1/4 de sucre, et tout le sucre « obtenu dans cette saison, de ce même arbre, a été de 33 livres, « qui équivaut à 108 gallons de séve. »

« Cette quantité de 108 gallons fait supposer que 3 gallons de séve donnent 1 livre de sucre, quoiqu'en général on estime qu'il faille 4 gallons à la livre.

« Il résulte de cet essai que de chacun des 20 tuyaux il s'est écoulé 1 litre 1/4 de séve, quantité équivalente à ce qu'on retire seulement des deux canules qu'on introduit dans les arbres perforés à cet effet. De ces faits ne pourrait-on pas conclure que la séve ne s'échappe que par les vaisseaux séveux, lacérés par les tarières qui y correspondent à l'orifice supérieur ou inférieur, et qu'elle n'est pas recueillie à cet endroit des parties environnantes. M. Michaux ajoute qu'il est d'autant plus disposé à croire que cela se passe ainsi, qu'un jour, parcourant les profondes solitudes des bords de l'Ohio, il lui vint dans l'idée d'entamer un sucrier à quelques pouces au-dessus de l'endroit où il avait été percé l'année précédente. En effet, il observa qu'au milieu d'un aubier très-blanc les fibres ligneuses présentaient, à cet endroit, une bande verte de la même largeur et de la même épaisseur que l'orifice qui avait été pratiqué. L'organisation des fibres ligneuses ne semblait pas altérée; mais cela n'est pas suffisant pour inférer qu'elles puissent de nouveau donner passage à la séve l'année suivante. On objectera peut-être qu'il est prouvé que des arbres ont été travaillés depuis trente ans sans qu'ils paraissent avoir diminué de vigueur ni avoir rendu moins abondamment de séve; on pourrait répondre à cette observation qu'un arbre de trois à quatre pieds de diamètre présente beaucoup de surface; qu'on évite de perforer l'arbre au même endroit et que, quand même cette circonstance aurait lieu après trente ou quarante ans, les couches successives, dans cet intervalle, mettrait cet individu

presque dans le même état qu'un arbre récemment soumis à cette opération.

« C'est dans la partie supérieure du New-Hampshire, dans l'État de Vermont, dans le Tennessee, l'État de New-York, dans la partie de la Pensylvanie située sur les branches orientales et occidentales de la Susquehannah, et à l'ouest des montagnes, dans les comtés avoisinant les rivières Mononghahela et Alleghany, enfin sur les bords de l'Ohio, que se fabrique une plus grande quantité de sucre. Dans ces contrées, les fermiers, après avoir prélevé ce qui leur est nécessaire jusqu'à l'année suivante, vendent aux marchands des petites villes voisines le surplus de ce qu'ils ont récolté, à raison de 8 sous la livre, et ces derniers la revendent 11 à ceux qui ne veulent pas s'occuper de cette fabrication, ou qui n'ont pas d'érables à leur disposition.

« Il se fait encore beaucoup de ce sucre dans le haut Canada, sur la rivière Wabash, aux environs de Michilli-Makinac, où les Indiens qui le fabriquent l'apportent et le vendent aux préposés de la Compagnie du Nord-Ouest, établie à Montréal. Ce sucre est destiné pour l'approvisionnement de leurs nombreux employés, qui vont à la traite des fourrures au delà du lac Supérieur.

« Dans la Nouvelle-Écosse, le duché de Maine, sur les montagnes les plus élevées de la Virginie et des deux Carolines, il s'en fabrique également, mais en bien moindre quantité, et il est probable que les sept dixièmes des habitants s'approvisionnent de sucre des colonies, quoique l'érable ne manque pas dans ces contrées.

« On a avancé et il paraît certain que, dans la partie supérieure des États de New-York et de la Pensylvanie, il y avait une étendue de pays qui abondait tellement en érables à sucre, que ce qui pourrait être fabriqué de ce sucre suffirait à la consommation des États-Unis; que la somme totale des terres recouvertes d'érables à sucre, dans la partie indiquée de chacun de ces États, est de 526,000 acres, qui, par une production très-modérée, donneraient environ 8,416,800 livres de sucre, quantité requise, et qui pourrait même être extraite de 105,210 acres, à raison de 4 livres par arbre et seulement de vingt arbres par acre, quoiqu'on estime qu'un acre contienne à peu près quarante arbres; cependant il ne paraît pas que cette extraction, qui est limitée seulement à six semaines de l'année, réponde à

cette idée vraiment patriotique. Ces arbres, dans ces contrées, croissent sur d'excellentes terres, qui se défrichent rapidement, soit par les émigrations des parties maritimes, soit par l'augmentation singulière de la population, tellement qu'avant un demi-siècle, peut-être, les érables se trouveront confinés aux situations trop arides pour être cultivées, et ne fourniront plus de sucre qu'au propriétaire qui les possédera sur son domaine : à cette époque, le bois de cet arbre, qui est fort bon, donnera peut-être un produit supérieur et plus immédiat que le sucre lui-même. On a encore proposé de planter des érables à sucre autour des champs ou en verger. Dans l'un ou l'autre cas, des pommiers ne donneront-ils pas toujours un bénéfice plus certain? car, dans l'Amérique septentrionale, on a éprouvé que ces arbres viennent dans des terrains qui sont si arides que les érables à sucre ne pourraient y végéter. On ne peut donc considérer que comme très-spéculatif tout ce qui a été dit sur ce sujet, puisque dans la Nouvelle-Angleterre, où il y a beaucoup de lumières répandues dans les campagnes et où cet arbre est indigène, on ne voit pas encore d'entreprise de ce genre qui puisse tendre à restreindre l'importation du sucre des colonies.

« Les animaux sauvages et domestiques sont avides de la séve des érables, et forcent les barrières pour s'en rassasier.

« Nous ajouterons que la séve de l'érable plane, qui est probablement celui qui croît en Bohême et en Hongrie, donne une moindre quantité de sucre que celle de l'érable à sucre. L'érable à feuilles de frêne (*acer negundo*), qu'on élève aujourd'hui dans nos pépinières, ne produit point de sucre.

« On ne peut mieux terminer ces citations qu'en les appuyant des faits que contient la lettre suivante, écrite de Vienne, en Autriche, le 21 juillet 1810 :

« On a déjà commencé ici (à Vienne) à faire usage d'une « espèce de sucre tiré du suc de l'érable. Des essais en grand, « entrepris dans différentes parties de cette monarchie, ne lais- « sent aucun doute sur l'utilité de cette découverte. Les diffé- « rentes espèces d'érables qui sont propres à fournir du sucre « se trouvent en assez grand nombre dans les forêts des États « d'Autriche : il y en a des bois entiers en Hongrie et en Mora- « vie. Le prince d'Auersberg, qui a déjà fait, depuis plusieurs « années, dans ses terres de Bohême, des expériences pour « extraire le sucre de l'érable, s'occupe actuellement d'éta-

« blir pour cet objet une fabrique dont les frais s'élèvent à « 20,000 florins, et qui doit produire annuellement 300 à « 400 quintaux de sucre. Le prince a fait récemment planter « plus d'un million d'érables; on a lieu d'espérer que cet « exemple trouvera bientôt des imitateurs parmi les grands « propriétaires, et il serait possible qu'on eût ainsi du sucre « indigène, même en plus grande quantité qu'il n'est nécessaire « pour la consommation du pays. »

Les principaux avantages du sucre d'érable sont donc d'être le produit *accessoire* d'un arbre forestier, dont le bois est d'ailleurs susceptible des meilleurs usages, de se fabriquer dans la saison d'hiver et de n'exiger aucun soin de conservation quant à la matière. Ici, pas d'emmagasinement coûteux, pas d'extraction pénible à l'aide des laminoirs, pas d'accidents imprévus et irréparables, comme cela arrive avec la plupart des autres substances saccharines. Il suffit d'opérer la cuisson à mesure de l'extraction de la séve. Nous devons ajouter à cela que le sucre d'érable, par l'absence des acides nuisibles à sa conservation, se sèche naturellement et ne devient jamais déliquescent, comme cela arrive presque toujours pour le sucre de canne récolté aux États-Unis. Nous en avons conservé pendant plus d'un an, à l'air libre, un échantillon assez considérable, qui avait fini par acquérir une très-grande dureté, à ce point qu'on fut obligé de le rompre avec le ciseau et le marteau, et cependant la dessiccation n'en était pas encore complète.

D'après les divers documents qui nous ont été communiqués et les affirmations de personnes dignes de foi, on pourrait récolter en moyenne aux États-Unis plus de 60 millions de kilogrammes de sucre d'érable, à raison de 2 kilogrammes environ par arbre parvenu à l'âge adulte.

L'*acer saccharinum*, dont on connaît deux espèces, le *mâle*, plus riche en séve sucrée, et le blanc, dit *femelle*, n'est pas le seul arbre de la famille des *acérinées* qui fournisse du sucre prismatique; les *acer nigrum* et *acer rubrum* en produisent aussi, mais en moindre quantité. On estime, en général, que la séve du maple contient 2 1/2 à 3 pour 100 de sucre cristallisable, qu'on en retire par le procédé élémentaire que nous avons rapporté.

Il ne se présenterait, du reste, que fort peu de modifications à faire au procédé suivi par les fermiers de l'Ohio ou de la Pen-

sylvanie. L'absence à peu près totale de défécation, l'épuration par écumage et les recharges de nouvelle séve constituent des défauts de fabrication que tout le monde comprend, et dont on voit le remède sans qu'il soit nécessaire de s'y arrêter longtemps. On doit avouer cependant que la nécessité de traiter très-rapidement les jus, compliquée presque toujours d'un certain éloignement de la ferme, rend assez difficiles les tentatives que l'on voudrait faire pour industrialiser ce travail. La rapidité de la fermentation du jus de maple, rapidité qui devient extrême pour peu que la température s'élève, soulève des difficultés de pratique devant lesquelles nous croyons qu'on ne doit faire, à la méthode des *Sugar-camps*, que des modifications peu importantes, n'entraînant aucun changement dans la pratique manuelle du travail. Ainsi, nous voudrions que l'opération de concentration, qui est au fond la seule de cette industrie, fût scindée; que la séve fût additionnée d'une petite quantité de solution astringente avant son apport à la première chaudière, et qu'on se bornât, dans ce vase, à faire un enivrage suffisant pour précipiter le tannin, les matières organiques, et neutraliser les acides. On aurait à côté un bac en bois, dans lequel on ferait couler la liqueur neutralisée, et où elle s'éclaircirait par le repos, pendant qu'une autre quantité serait mise en défécation dans la chaudière précédente. Enfin la liqueur claire, après la purification sommaire dont il vient d'être question, serait concentrée en deux reprises. Dans un premier travail, on l'amènerait à 28° B. seulement de densité, et on la laisserait reposer jusqu'au lendemain, si l'on ne préférait la filtrer immédiatement. Dans tous les cas, la cuite ne devrait se faire que sur des produits limpides, parfaitement débarrassés des matières en suspension.

On pourrait même, sur ce programme, établir un outillage locomobile, facilement transportable, et d'un prix peu élevé, qui permettrait de donner encore au travail plus de régularité et d'en assurer la réussite.

II. — SUCRE DE PALMIER.

La plupart des palmifères contiennent une séve sucrée abondante, dont on tire parti, de différentes manières, aux Indes et dans les archipels asiatiques. Parfois cette séve, soumise à la

fermentation, est transformée en un vin pétillant, dont les propriétés enivrantes sont très-appréciées des indigènes. Parfois la séve est concentrée à mesure de son extraction, et traitée dans les mêmes conditions que celles appliquées à la séve du maple, et l'on en obtient un sucre d'apparence assez désagréable, mais, au fond, de bonne qualité.

Le sucre de palmier, quoique très-coloré, se prête bien aux opérations du raffinage, et nous avons pu constater ce fait sur des échantillons qui nous ont été envoyés de Cochinchine il y a quelques années.

Il nous semble démontré que, si la séve de palmier était soumise à une purification préalable, et si la concentration s'en faisait autrement que dans les conditions barbares où elle est exécutée, il ne serait nullement difficile d'obtenir de cette séve un produit de premier ordre.

C'est principalement au Bengale que se pratique l'extraction du sucre de palmier, et l'espèce préférée n'est autre chose qu'une sorte de *dattier* qu'on a nommé sans grande raison dattier sauvage (*Phœnix sylvestris*). A partir de la cinquième année après la plantation, les arbres peuvent commencer à fournir de la séve, mais ce n'est guère qu'à huit ans qu'ils sont en plein rapport.

Quelques jours avant la fin d'octobre, on coupe quelques rangées inférieures des feuilles de la couronne et, sur la partie dépouillée, on pratique, à l'aide d'un instrument tranchant, une incision de 12 à 15 centimètres de longueur sur 2 1/2 à 3 centimètres de large, et dont le sommet doit pénétrer à travers la profondeur de l'écorce. A l'angle formé à la partie inférieure de l'incision, on adapte un tuyau en bambou ou une cannelle en bois, au-dessous de laquelle on suspend un pot de terre à l'aide d'une corde attachée à quelque feuille de la couronne. Ces pots se remplissent pendant la nuit, et on a soin de les enlever le matin, avant que la chaleur ait fait entrer le jus en fermentation. Le produit moyen est de 8 kilogrammes de séve pour le premier jour de la récolte, mais cette quantité diminue très-rapidement, en sorte que, par suite de l'oblitération des vaisseaux qui avaient été ouverts, l'incision pratiquée ne fournit guère que 3 kilogrammes le second jour, 1 kilogramme et demi le troisième, et que la quantité de séve recueillie serait insignifiante dès le quatrième jour. Aussi le paysan indien

s'empresse-t-il, à ce moment, de laisser reposer ses arbres du quatrième au septième jour, puis il renouvelle les surfaces de l'incision primitive, en enlevant une petite portion sur les côtés de cette incision, ce qui donne lieu à un nouvel écoulement.

Comme, d'ailleurs, il a eu soin de partager les arbres de sa récolte en sept groupes, dont les uns sont en plein produit de séve, c'est-à-dire au premier jour, tandis que les autres sont en terminaison ou en repos, il obtient ainsi chaque jour une quantité à peu près égale de séve sucrée, et l'on continue de récolter la séve, de la même manière, pendant trois mois et demi, du 1er novembre à la mi-février. Passé cette dernière époque, le liquide recueilli ne fournirait plus que du sucre incristallisable.

Le traitement du jus ne comprend aucune purification; on se contente de le faire bouillir à feu nu dans des marmites en terre, que l'on remplit à mesure de l'évaporation, jusqu'à ce qu'on y ait introduit le liquide récolté pendant la nuit. On le conduit alors à une densité de cuite qui se rapproche de notre cuite au filet, puis on le met à refroidir dans des vases où il commence à grener. Cette espèce de sirop mélangé de cristaux de sucre qui y sont empâtés porte dans le pays le nom de *goor*. Il est vendu à des raffineurs qui le mettent en sacs et le soumettent à une pression plus ou moins considérable, de manière à en séparer la mélasse. Le résidu cristallin ou *khaur* représente 60 à 70 pour 100 de la première masse cuite, et il est vendu en sacs.

Cette seconde sorte, humectée d'un peu d'eau et pressée de nouveau, fournit un sucre plus beau et de nuance plus blonde. Une seconde opération du même genre améliore encore le produit, en occasionnant, évidemment, une perte de sucre proportionnelle à la quantité d'eau de lavage employée. Ces deux sortes portent le nom de *nimphool*.

Ces procédés informes ne donnent lieu, évidemment, qu'à l'obtention de produits gras, très-avides d'humidité, et qui absorbent très-promptement l'eau de l'air atmosphérique.

On obtient quelque chose de mieux par le procédé suivant. On remplit de masse cuite, ou de goor, des paniers à claire-voie ou des formes en terre percées à la pointe comme les nôtres, et l'on place par-dessus un lit de quelques centimètres d'une herbe marécageuse particulière, très-aqueuse, qui abandonne

facilement une grande partie de son eau et donne lieu ainsi à une sorte de terrage, l'humidité de cette plante rendant la mélasse plus fluide et en favorisant la séparation. Lorsque le premier égout s'est effectué, on enlève à la surface de la masse purgée le sucre le plus blanc, sur une épaisseur variable de 5 ou 6 centimètres et quelquefois davantage, puis on replace sur le reste une nouvelle couche d'herbe qui produit un nouveau clairçage. On continue à agir de même jusqu'à ce que tout le sucre ait été purgé. Le produit est séché au soleil. Ce procédé fournit du sucre sec de couleur jaune paille, mais le rendement ne dépasse pas beaucoup le tiers ou les deux cinquièmes de la masse cuite employée. Cette circonstance n'a rien d'étonnant d'ailleurs, et rappelle ce qui se passe dans nos turbines, lorsque l'on exagère l'action de l'eau au blanchiment. On donne à ce sucre, ainsi purgé, le nom de *dullooah*, et il se conserve assez bien. Les mélasses sont recuites, et donnent une masse inférieure dont on peut retirer encore 1/8 de bon produit.

Quand on soumet le sucre brut provenant de la pression du goor à une sorte de raffinage, consistant en une refonte, une défécation à la potasse, l'enlèvement des écumes, la filtration, la cristallisation en concret dans des formes et la purge par le moyen qui vient d'être décrit, on obtient un sucre blanc, très-conservable, qui se nomme *gurpatha*. Le sirop d'égout de cette sorte, recuit et purgé, donne un bas produit qui reste mou, gras et d'une coloration orangée, qu'on nomme *jerunnee*.

Enfin, lorsque l'on traite le dullooah de la même manière qui vient d'être dite, qu'on le raffine par le procédé indien, on obtient le *dobarah*, qui est un sucre blanc, très-sec, bien cristallisé, semblable à notre sucre en farine ou, plutôt, au sucre d'érable blanchi par le clairçage.

L'ensemble de ces données, sommairement extraites d'un travail de M. W. Reed, suffit à faire comprendre la méthode suivie par les Hindous pour la préparation du sucre de palmier, et l'on peut voir dans cette méthode que, à part la barbarie de l'exécution, les idées principales et les principes les plus essentiels de la fabrication ne sont pas en somme étrangers aux populations de l'Hindoustan. C'est véritablement à propos de ce procédé que, avec des moyens primitifs, les Indiens sont arrivés à faire le mieux possible, grâce à leur

patience et à leur esprit de minutie. Il est douteux que nos Européens, avec des moyens similaires, puissent faire mieux ou même aussi bien.

Le manque de renseignements plus complets et authentiques nous force à nous borner à ces quelques mots relativement au sucre de palmier, les documents qui nous ont été fournis par des négociants européens établis dans l'Inde présentant fort souvent des données contradictoires.

Cette observation s'applique également à des sucres de plusieurs provenances qui s'extraient de diverses plantes, en certaines contrées des Indes orientales et, notamment, au sucre extrait du *Borassus flabelliformis*.

III. — SUCRE DE BOULEAU.

Comme les deux espèces de sucre dont il vient d'être question, le sucre de bouleau s'obtient par la simple concentration de la séve de cet arbre, soutirée au printemps. Il est rare cependant que les peuplades des contrées boréales utilisent, comme elles le pourraient, la séve du bouleau, et qu'elles en retirent un sucre cristallisé. On se borne, le plus ordinairement, dans ces pays, à préparer une espèce de sirop ou de miel qui suffit d'ailleurs aux besoins primitifs des peuplades qui l'emploient.

Nous arrêterons ici notre étude générale sur les procédés d'extraction du sucre prismatique, au moins en ce qui concerne la fabrication industrielle proprement dite, et afin de ne pas nous surcharger de détails accessoires, qui ne présenteraient d'ailleurs qu'un intérêt très-secondaire, nous croyons devoir laisser de côté une foule de procédés particuliers, de méthodes et d'instruments dont l'utilité ne nous paraît pas suffisamment démontrée, ou dont la connaissance des principes généraux permet au lecteur de faire bonne et prompte justice.

SECTION V.

Observations complémentaires.

Dans les parties précédentes de cet ouvrage, il a été réservé une série de questions dont l'importance n'a échappé à personne et dont on devait craindre d'amoindrir la portée en les diminuant. Nous voulons parler de l'organisation d'une fabrique dans la principale méthode à employer, des frais occasionnés par les différentes parties de la fabrication, de la direction d'un établissement, des forces à mettre en œuvre et des produits directs à retirer du travail manufacturier. Ces différents points doivent être élucidés, et il va en être exposé une étude rapide, il est vrai, mais aussi complète que l'exigent les besoins de la fabrication.

Parmi les écrivains spécialistes qui ont traité du sucre, il en est peu qui aient abordé ces sujets avec autant d'autorité et de connaissances pratiques que Walkhoff, auquel, d'ailleurs, il a été rendu pleine justice dans le cours de notre précédent volume. Il convient d'observer, cependant, que cet auteur a dû raisonner suivant les circonstances dans lesquelles il s'est trouvé, et l'on sent que des différences assez sensibles doivent exister entre ses données et celles de la fabrication française. Nous utiliserons donc, dans l'intérêt du lecteur, les opinions et les dires de cet écrivain recommandable, tout en les corrigeant et les amendant, suivant les cas, ou même en les faisant suivre d'observations et d'appréciations personnelles qui recevront les développements nécessaires.

CHAPITRE PREMIER

Organisation d'une fabrique de sucre.

Il serait bien peu utile de mettre sous les yeux du lecteur les règles de pratique applicables à l'installation et à l'organisation d'une fabrique de sucre, si la plupart des fabricants possédaient à fond les connaissances relatives à leur profession. Un véritable fabricant de sucre doit être versé dans toutes les branches de l'art agricole; il doit connaître assez de chimie et de physique pour apprécier avec justesse toutes les questions de technologie qui peuvent se présenter à résoudre dans la pratique du travail journalier d'une usine; enfin, il est indispensable qu'il connaisse assez des principes de la construction et de la mécanique pour pouvoir contrôler les fournitures des constructeurs... Il n'en est pas ainsi dans la plupart des cas et, tout en rendant pleine justice à plusieurs fabricants instruits dont la haute capacité manufacturière est incontestable, nous devons à la vérité de dire qu'ils forment l'exception, la très-faible minorité. Que l'on se rende dans une fabrique de sucre, la première venue et, neuf fois sur dix, on sera stupéfait d'entendre le chef de l'établissement discourir sur des choses auxquelles il n'entend rien, parler de tout et d'autres choses encore, et démontrer, en dix minutes, qu'il est plus étranger à la question sucrière ou à l'agencement d'une usine que le dernier de ses ouvriers. Les qualités morales n'ont rien à voir ici, et il ne s'agit que de manufacture. N'avons-nous pas vu un fabricant, très-satisfait de lui-même, faisant remplir un four à chaux de combustible, jusqu'au sommet, et ne comprenant pas que l'acide carbonique produit retourne à l'état d'oxyde de carbone en passant à travers un excès de charbon non incandescent? Dans la fabrique de cet homme, on dépensait quarante minutes pour faire une saturation insuffisante, lorsque vingt minutes eussent pu produire un résultat satisfaisant. Chez un autre, nous avons trouvé des sirops d'égout de second jet qui s'étaient massés en une gelée consistante, par suite de la quantité de matières albuminoïdes qu'ils renfermaient et qui s'étaient transformées en gélatine. Il ne fallait

pas songer à faire cristalliser ces sirops sans leur avoir fait subir une purification préalable. D'autres adoptent les grands engins sans en comprendre la direction ou la valeur réelle, et ils se figurent qu'une dépense de 25 000 ou 30 000 francs de plus en chaudronnerie leur amènera des rendements meilleurs en quantité et en qualité, sans qu'ils aient à se préoccuper outre mesure de l'extraction et de la purification du jus. Le plus grand nombre se dirigent d'après les conseils des constructeurs de chaudronnerie...

Ce n'est pas par de semblables agissements que l'on assure le succès d'une entreprise industrielle, et nous allons chercher à tracer, dans ce chapitre, les règles qu'il convient de suivre pour pouvoir organiser, par soi-même, une usine de moyenne importance, opérant sur 50 000 kilogrammes de racines par jour, et pour échapper, autant que possible, à la rapacité des exploiteurs.

Afin de ne pas prolonger inutilement des données numériques qu'il suffit de comprendre pour que la généralisation en devienne facile, on supposera que le système adopté consiste dans la méthode ordinaire, comprenant la division par la râpe, l'extraction par la presse hydraulique, la défécation suivie de la saturation, la filtration sur noir, la concentration à 28° B, une seconde filtration, la cuite à l'air libre ou à basse pression, la cristallisation en bacs et le turbinage. On fera, sans difficulté, l'extension de ce qui suit à toute modification relative à un autre système que l'on désirerait adopter.

I. — DISPOSITIONS GÉNÉRALES.

On ne doit jamais songer à établir une fabrique de sucre sans s'être assuré, d'abord, que l'on peut compter sur une quantité suffisante de matière première. Dans le cas pris pour type et pour une durée de cent vingt jours, il faut être certain d'avoir à sa disposition 6 000 000 de kilogrammes de racines, pour la production desquelles il est nécessaire de recourir au concours des cultivateurs voisins, si l'on ne peut les produire sur les terres de l'usine, ce qui vaut beaucoup mieux sous tous les rapports. C'est le produit de 120 hectares de terre au moins, par 50 000 kilogrammes de rendement, ou de 150 hectares, par 40 000 kilogrammes. Il convient de se fixer plutôt à

ce dernier chiffre pour se mettre, autant que possible, à l'abri des chances de récolte insuffisante. Dans le cas d'un grand rendement, on en sera quitte pour prolonger un peu la campagne, et cela vaudra mieux que d'être exposé à manquer d'approvisionnements.

Bâtiments. — Une des plus grandes fautes que l'on puisse commettre, en industrie, consiste à trop sacrifier au luxe des constructions. C'est à la solidité qu'il faut tendre et, pourvu que l'on dispose d'un local assez vaste, dans lequel on puisse exécuter facilement et commodément les opérations de la sucrerie, tout le reste est accessoire. On doit, avant tout, songer à placer l'établissement dans un point dont l'abord soit facile, à proximité d'un cours d'eau, si l'on peut, et ne rien négliger pour assainir le terrain que l'on veut occuper.

L'ensemble des bâtiments doit être clos de murs. Une grande cour, devant ou derrière la fabrique, est disposée de la manière suivante : d'un côté, on établit des hangars, pour recevoir les racines en quantité suffisante pour l'approvisionnement d'une semaine au moins. Ces hangars sont à proximité de l'atelier des râpes et des presses. De l'autre côté, on réserve un emplacement pour le combustible, et la bascule est établie à peu de distance de la porte charretière, en face du bureau de l'employé chargé de vérifier les entrées et les sorties. On peut ménager, en regard de ce bureau, un logement pour le contremaître.

La cheminée d'appel se place avantageusement dans l'axe de cette cour, à peu de distance de la fabrique même, contre laquelle on élève une petite construction accessoire pour abriter les générateurs et les machines. Le four à chaux et à acide carbonique, le four à revivification, le hangar au noir et l'endroit où s'opère le lavage de cette matière sont également placés dans la cour, du côté opposé aux racines à traiter. Enfin, le nettoyage des betteraves se pratiquant sous le hangar, le laveur doit également se trouver en dehors de la fabrique et les pompes à eau sont établies dans l'endroit le plus avantageux.

Une disposition très-commode pour la fabrique consiste à lui donner la forme d'un quadrilatère allongé flanqué de deux ailes en retour, dans lesquelles on établit, d'un côté, un bu-

reau et, de l'autre, le magasin où se fait la livraison des produits.

Chacun organise les détails suivant ses convenances; mais il importe de placer au rez-de-chaussée la râperie et les presses, les monte-jus et les filtres, la cristallisation et le turbinage. A la partie la plus élevée de la construction, on dispose le réservoir à eau, afin de pouvoir distribuer partout ce liquide par des tubes de conduite à l'aide de robinets placés dans tous les points où l'on doit avoir besoin d'eau. Au-dessous du plan réservé au service de l'eau, on établit les chaudières à défécation qui sont alimentées par les monte-jus du rez-de-chaussée. Le plan suivant, en descendant, est réservé aux appareils de saturation et aux filtres-presses, d'un côté; les chaudières à concentrer occupent le centre, et l'autre extrémité est occupée par l'appareil de cuite, dont le produit tombe directement, par un caniveau incliné, dans les bacs d'empli. Le magasin des sucres se place, autant que possible, au-dessus des turbines, de façon à pouvoir y faire parvenir les sacs à mesure qu'ils se remplissent.

On sent que la règle la plus importante à suivre dans la distribution d'une usine consiste à prendre tous les moyens qui permettent d'économiser la main-d'œuvre et la force motrice. Aussi doit-on chercher à pratiquer toutes les opérations à l'aide d'une seule ascension des jus qui ne doivent redescendre au rez-de-chaussée qu'à l'état de masse cuite, à moins d'impossibilité absolue. Sans doute, les monte-jus et les pompes pourraient aisément remonter les liquides, et ces moyens sont la seule ressource possible dans les contrées où les bâtiments doivent être très-bas, par suite des dangers que font courir les ouragans et les tremblements de terre; mais, partout ailleurs, il vaut mieux faire monter les jus à la défécation et les faire ensuite *redescendre en cascade* par les différentes opérations qu'ils doivent subir, afin de ménager les forces et d'économiser la vapeur. Cette précaution ne présente pas, d'ailleurs, dans l'exécution, des difficultés devant lesquelles on ait à s'arrêter; car, avec une hauteur moyenne de 12 mètres sous faîtage, on peut très-bien disposer l'outillage dans le sens dont il s'agit.

Une excellente précaution à prendre, dans la création d'une sucrerie, consiste à prévoir l'établissement des bergeries et des

étables que l'on destine aux animaux d'engraissement. Cette recommandation s'adresse évidemment aux fabricants producteurs de racines, les seuls, au demeurant, qui représentent réellement la sucrerie et dont l'intérêt bien compris exige l'utilisation des pulpes sur place.

Enfin, une mesure qui est de haute importance pour tous les fabricants repose dans l'annexion d'une distillerie à l'usine pour le traitement des résidus. Il va de soi que, pour cela, on doit se conformer aux règlements fiscaux relativement à la séparation de la distillerie d'avec la sucrerie, et que les deux industries doivent être isolées; mais, en principe, dans une série d'opérations comme celles qui constituent le travail sucrier, il ne devrait pas être vendu de résidus. Le sucre doit être extrait et transformé en matière commerciale; les pulpes doivent être changées en viande; les mélasses doivent donner l'alcool et la potasse, et le seul résidu qui doit sortir de l'établissement consiste dans les déjections des animaux, qui seront transportées sur les terres sous forme de fumier ou d'engrais. Tout le reste doit être transformé en matière vendable et le fabricant doit réunir, autant qu'il le peut, toutes les ressources de la situation.

Approvisionnements. — Il a été conseillé plus haut de se précautionner avant tout, relativement à la quantité de matière première que l'on désire traiter. Il convient de répéter ce conseil pour tout ce qui se rapporte à l'approvisionnement d'une fabrique. En effet, ceux qui achètent au jour le jour, et par faibles quantités, ont le désagrément de payer tout trop cher et, ensuite, de ne pouvoir absolument compter sur rien. Il est bon que l'on sache la vérité. Un *marchand*, en pratique courante, s'est posé pour règle de profiter de tout et de toutes circonstances. Il suffit que l'on ait besoin de lui, ou qu'il croie à ce besoin, pour qu'il pressure par tout moyen, et la race des exploiteurs est vivace. Dans un désastre public, si l'on fait moitié moins d'affaires, on vendra le double plus cher, surtout si l'acheteur est obligé de subir la loi qu'on lui impose. Nous avons vu cela en petit et en grand, après la guerre de 1870. Le moindre fournisseur voulait, après la paix, encaisser encore les monstrueux bénéfices qu'il avait réalisés pendant que tous souffraient; les compagnies charbonnières en ont fait autant.

Qu'on ne vienne pas nous parler de grèves et d'autres prétextes; nous savons ce que cela veut dire. Les grèves sont momentanées; elles jettent un certain désarroi dans les prix pendant quelques semaines; on en profite pour porter la houille de 25 à 50 francs; puis, lorsque tout est rentré dans l'ordre, on continue le commerce que l'on a trouvé profitable et dont les actionnaires, hauts personnages ou autres, ont été satisfaits. Il est certain que cette houille, qui est le pain de l'industrie, suivant une parole célèbre, devrait être réglementée quant à sa valeur vénale, et qu'on devrait la soumettre à des cours réguliers et à une tarification officielle... Cette mesure déplairait à bien des convoitises, mais elle serait équitable.

Cela n'est pas, et ne sera pas de longtemps peut-être. Pourquoi donc ne pas faire ses marchés d'approvisionnement en prévision de la cupidité et de la mauvaise foi, plutôt que de s'endormir dans l'espérance de temps meilleurs. Ceux qui auraient pu, à une certaine époque, acheter des charbons à 45 francs, qui ne l'ont pas fait dans l'espoir d'une baisse, ont montré qu'ils connaissent peu les hommes et les spéculateurs surtout. Ils ont été heureux qu'on acceptât leurs commandes au delà de 50 francs, et ce fait, assez grave pour frapper tous les esprits, doit faire comprendre la nécessité absolue d'être soi-même et de ne pas se livrer aux hasards incertains des circonstances. Nous avons vu assez d'exemples pour devenir prudents, s'il est dans notre nature d'avoir de la prudence...

Un fabricant de sucre doit avoir fait marché pour tous ses approvisionnements longtemps avant l'ouverture de la campagne. Il doit se servir contre ses adversaires d'armes égales, et profiter du moment où les besoins sont ralentis pour conclure les conventions relatives à toutes les fournitures nécessaires à l'ouverture de la campagne. Le noir, le calcaire, les acides, les sacs, l'huile, le charbon, tout ce qui sera consommé doit être l'objet d'un *marché à livrer*, convenu à l'époque la plus favorable, c'est-à-dire vers le mois de juin ou de juillet. A cette époque de l'année, les fournisseurs ne font que peu d'affaires; ils sont moins exigeants et moins rapaces; les conditions qu'ils acceptent sont d'autant meilleures qu'on est loin encore de la saison où l'on pourra avoir besoin d'eux, et ils sont excités à conclure par la crainte de voir l'affaire leur échapper et aller à d'autres. Que tout cela soit bien apprécié

des fabricants, nous n'en doutons nullement; mais nous avons vu très-souvent la pratique différer entièrement de ce que l'on regardait comme principe, et nous préférons insister à ce sujet, au risque d'être banal, plutôt que de ne pas engager les industriels à faire toujours leurs approvisionnements à l'avance, pour tout ce qui peut se conserver facilement.

Ouvriers. — C'est une question délicate que celle qui se rapporte aux ouvriers. Elle serait tôt tranchée s'il ne s'agissait que de ces bandits des grandes villes qui se parent du titre de travailleurs et vivent dans la crapule et l'oisiveté. Ce *pauvre peuple* ne nous inspire rien que du mépris et la populace n'est pas le peuple. Mais l'ouvrier qui travaille, l'honnête homme qui demande au labeur journalier son pain quotidien et celui de sa famille, le véritable ouvrier, dans toutes les professions, est digne de l'estime et de la considération de tous. Or, pour fonder un établissement, dont la *main-d'œuvre* est un des rouages les plus importants, il faut un nombre d'ouvriers assez considérable.

Ils doivent être liés par un marché. Ils doivent être choisis parmi les honnêtes. Ils doivent être soumis à un règlement sévère, mais juste, et aucune faute volontaire contre ce règlement ne doit être tolérée.

On s'attachera à choisir les ouvriers d'une fabrique de sucre parmi les ouvriers agricoles; mais il est nécessaire d'avoir, parmi eux, des hommes possédant quelques notions utiles à l'usine. Il faut avoir sous la main un charpentier, un forgeron, un maçon, un fumiste, dont on puisse, au besoin, utiliser les connaissances pratiques.

En sucrerie, comme dans toute industrie qui demande du sang-froid, de l'intelligence et de la réflexion, aucun ivrogne ne doit être toléré, et l'ivrognerie doit amener l'expulsion immédiate. Il en est de même de tous les cas d'*indélicatesse* ou d'insolence...

S'il est indispensable d'exiger des ouvriers qu'ils *gagnent* l'argent de leur salaire, s'il est nécessaire de maintenir dans un établissement une discipline rigoureuse, on ne peut s'empêcher de reconnaître qu'il incombe au chef de l'usine des devoirs aussi grands que ceux de ses subordonnés. Il leur doit le bon exemple, des égards, de la politesse, et un salaire conve-

nable et rémunérateur. C'est à ces conditions seulement que le contrat entre patron et ouvrier est rempli, et elles sont peu comprises. Le plus souvent l'ouvrier ne fait son devoir ou n'accomplit sa tâche qu'avec insouciance ou nonchalance; les patrons cherchent à payer le moins possible. Ils ont, les uns et les autres, ce qu'ils méritent.

Il faut que, *suivant les circonstances locales*, le salaire de l'ouvrier soit un peu supérieur à ce qu'il pourrait être hors de la fabrique et que, en outre, il soit proportionné au genre de travail qu'il doit accomplir. On ne doit pas rémunérer un travail qui demande de l'attention et de l'intelligence comme un labeur de manœuvre, et le manœuvre doit gagner de quoi vivre dans son milieu.

C'est dire, en somme, que chaque utilité doit être payée suivant l'importance qu'elle présente. Il y a donc, parmi les ouvriers d'une fabrique, une sorte d'hiérarchie dont les démarcations doivent être suffisamment tranchées pour entretenir l'émulation et pour inspirer à tous le désir de bien faire. Dans notre pensée, ce devrait être un titre de recommandation que d'avoir été ouvrier dans une fabrique de sucre, et cette simple énonciation serait un témoignage d'honnêteté, d'intelligence et d'amour du travail.

Le choix d'un contre-maître est d'une difficulté assez grande pour que nous hésitions à blâmer sévèrement ce qui se pratique. On prend, pour cet emploi, le premier venu, sachant un peu de routine sucrière et, pourvu qu'il prenne une certaine autorité sur les ouvriers, on trouve que tout est bien. Il n'y aurait pas, en effet, grand'chose à dire, si le chef de l'usine, ou un directeur spécial, s'occupait de l'ensemble, et si le contre-maître n'avait qu'à faire exécuter les détails sous une impulsion plus intelligente. Trop souvent, malheureusement, le contre-maître est tout dans l'usine, parce qu'il est le seul qui possède quelques connaissances pratiques du métier. Dans ce cas, c'est une chose grave et difficile de faire un choix, parce que, le plus souvent, on recherche un contre-maître à bon marché. On a cependant sous la main un nombre très-considérable de jeunes gens, instruits pour la plupart, sachant assez de chimie, de physique, de mécanique, pour faire de très-bons contre-maîtres au début, et que l'enseignement des écoles centrales a mis au courant de la plupart des questions industrielles. En

les rémunérant convenablement, on pourrait leur demander un service sérieux qui tournerait à l'avantage de l'usine. Ajoutons, pour clore ces réflexions générales, que ce serait faire acte de véritable patriotisme en ouvrant les portes de la pratique industrielle devant ces jeunes intelligences, et qu'une bonne action profitable est doublement avantageuse.

II. — DU MATÉRIEL.

Il est évident que l'on ne doit pas construire une fabrique de sucre en vue de tel ou tel matériel, de telle ou telle méthode. Un emplacement vaste, bien disposé, peut recevoir tous les genres d'outillage, sauf de rares exceptions, et il convient de ne pas s'enchaîner à l'avance aux errements des chaudronniers. On n'a qu'à y perdre sous tous les rapports.

Supposons donc une fabrique en création, destinée à traiter 50,000 kilogrammes de racines par jour et recherchons les conditions dans lesquelles on aura à se placer pour en régler l'outillage, en bornant, toutefois, nos appréciations à la méthode ordinaire.

Cette méthode exige une certaine quantité de vapeur, représentant la force motrice et l'agent de calorification, un matériel de division de la matière, des presses pour les pulpes, des chaudières pour la défécation, la saturation, la concentration et la cuite, un appareil producteur de chaux, d'acide carbonique, des filtres à noir, des monte-jus, des cristallisoirs, des turbines, l'outillage pour la revivification du noir; tous ces objets doivent être prévus à l'avance quant aux dimensions, à la forme et aux circonstances qui doivent en régler l'usage.

1° Vapeur et machines. — Le levier de l'industrie moderne se trouve dans la vapeur, non pas que cet agent soit le plus économique de ceux que l'on pourrait employer, mais parce qu'il est, en réalité, le plus commode et celui dont on peut obtenir les effets les plus constants et les plus complets. A une grande puissance de calorification que l'on utilise fort mal. il est vrai, ce qui en rend l'application plus coûteuse qu'elle ne devrait être, la vapeur d'eau joint une force élastique considérable qui en fait un agent précieux de force motrice. En présence de ces considérations, on est porté rationnellement à

donner la préférence à la vapeur d'eau comme instrument de calorification et de mouvement, et l'on est presque toujours dans la vérité pratique en prenant ce point de départ. De là résulte la nécessité de se préoccuper d'abord de l'appareil producteur de vapeur et de la machine destinée à en transmettre la puissance motrice à un axe moteur.

On doit faire observer cependant qu'il peut se présenter des circonstances dans lesquelles on doit donner la préférence à d'autres agents. Si, par exemple, on dispose d'une chute ou d'un cours d'eau d'une force suffisante, un moteur hydraulique sera toujours préférable à la machine à vapeur sous le rapport de l'économie du combustible et d'une dépense moindre en outillage. Si l'on possède une grande abondance de combustible et que l'on puisse adopter des appareils de chauffage à feu nu, exempts des inconvénients principaux de leurs congénères, on pourra faire la défécation, la saturation et la concentration dans ces appareils, et il ne sera utile d'employer la vapeur que pour la cuite et quelques besoins spéciaux. Ceci dépend, évidemment, des conditions particulières dans lesquelles on peut se trouver placé et c'est à chacun d'apprécier les avantages qu résultent de tel ou tel mode. En règle générale, cependant, l'emploi de la vapeur forme la base de la fabrication sucrière et l'on est presque toujours obligé d'y recourir, sauf dans quelques circonstances exceptionnelles.

On devra donc avoir prévu, à l'avance, quelle puissance on doit donner aux générateurs de vapeur et aux machines motrices, et il sera toujours bon d'exagérer cette appréciation de 20 pour 100 environ, pour n'être pas exposé à des temps d'arrêt fort désagréables.

Calorification. — Le calcul de la quantité de vapeur nécessaire doit se faire par l'examen des détails de la fabrication, et c'est le seul moyen de se mettre à l'abri d'erreurs regrettables. C'est par cet examen des détails que nous allons chercher à asseoir des bases nettes et logiques, conformes aux faits pratiques, dont on devra tenir le plus grand compte dans l'établissement de l'usine.

Défécation. — En partant d'une température initiale de 0°, ce qui est préférable au point de vue de la certitude du travail,

les 50,000 kilogrammes de racines fournissent 80 pour 100 de jus normal à cette température; mais on peut élever le chiffre du jus atténué à l'égalité de poids, pour tenir compte de l'addition de l'eau à la râpe, et admettre que les racines donnent une quantité de jus à déféquer égale à leur poids. Cette règle de prudence conduit à évaluer la proportion du jus atténué à 50000 kilogrammes. Or, cette quantité doit être portée de 0° à + 102° dans l'acte de la défécation, et l'on a à transmettre au liquide

$$102 \times 50\,000 = 5\,100\,000 \text{ calories.}$$

Un kilogramme de vapeur à + 135°, en se condensant à l'état liquide à + 100°, ne cède pas plus de 540 calories aux surfaces avec lesquelles elle est mise en contact, et cette donnée conduit à la nécessité d'appliquer 9 444 kilogrammes de vapeur pour la défécation des 50 000 kilogrammes de jus, c'est-à-dire $393^{k},5$ par heure de travail, si la journée de défécation est de 24 heures. A raison de 30 kilogrammes de vapeur par cheval-vapeur, cette opération exigera une dépense de vapeur de $13^{ch},11$.

Saturation. — Pour ramener les jus de la carbonatation de + 75° à + 102°, on a 27 × 50,000 = 1,350,000 calories à transmettre et, par conséquent, à produire; c'est un chiffre de 2,315 kilogrammes de vapeur à consommer en 24 heures, ou de $96^{k},458$ par heure, ce qui représente $3^{ch},2$.

Concentration. — Pour ramener à 50 pour 100 les 50,000 kilogrammes de jus, on doit vaporiser 41,200 kilogrammes d'eau en 24 heures, c'est-à-dire $1,716^{k},67$ par heure et, en outre, porter 8,800 kilogrammes de + 60° à + 102°, ce qui exige en tout par heure 1,023,083 calories et représente 1,895 kilogrammes de vapeur ou $63^{ch},16$.

Il faudra également concentrer les eaux de dégraissage, qui doivent être évaluées au double du poids du noir, c'est-à-dire, en moyenne, à 20 pour 100 du poids du jus ou à 10,000 kilogrammes. Ces eaux, ne présentant qu'une température de + 20°, contiennent le quart de leur poids de jus normal, dont la concentration vient d'être évaluée : il reste donc à vaporiser 7,500 kilogrammes d'eau par 24 heures ou 315 kilogrammes par heure. Or, 315 kilogrammes à + 20° exigent

$$617 \times 315 = 194,335 \text{ calories,}$$

ou 359 kilogrammes de vapeur, ce qui répond à $11^{ch},97$.

Cuite. — Pour amener les sirops de 50 pour 100 d'eau à 10 seulement, c'est-à-dire à la cuite serrée, on doit vaporiser 3,960 kilogrammes d'eau ou 330 kilogrammes par heure en 12 heures de travail. Il faudra de plus porter à l'ébullition la masse entière. En tenant compte de la différence du coefficient de chaleur du sucre et en admettant une température initiale de + 50°, on a à appliquer en 12 heures 1,938,090 calories, ou 161,507 calories par heure, c'est-à-dire qu'il faut, pour cet objet, 299 kilogrammes de vapeur ou 9ch,90.

Enfin, le travail des monte-jus consomme environ 100 kilogrammes de vapeur, ou 3 chevaux 33, et la quantité de vapeur nécessaire pour chauffer 10,000 kilogrammes de noir, soit 417 kilogrammes par heure, s'élève à 65 kilogrammes de vapeur ou 2ch,16.

En récapitulant ce qui précède, on se trouve en présence des données suivantes relatives aux quantités de vapeur nécessaires pour la calorification :

1° Défécation	293k	50	de vapeur	=	13ch	11
2° Saturation	96	45	—	=	3	20
3° Concentration	1895	00	—	=	63	16
4° Dégraissage	359	00	—	=	11	97
5° Cuite	299	00	—	=	9	90
6° Monte-jus	100	00	—	=	3	33
7° Noir	65	00	—	=	2	16
	3207	95			106	83

Il convient d'observer que cette appréciation ne vise que la fabrication ordinaire, à l'air libre et à la vapeur et que, si l'on utilise les vapeurs détendues, si l'on se sert d'appareils à basse pression et à effets multiples, la consommation est restreinte dans une proportion notable.

Force motrice. — On entend par *force effective* d'un cheval-vapeur la puissance nécessaire pour élever à un mètre de hauteur un poids de 75 kilogrammes dans une seconde. Cette définition, admise en physique, évitera toute cause d'erreur, de discussion, et elle permettra de donner aux calculs suivants une précision plus grande, qui ne peut manquer d'être utile à la fabrication.

1° *Service de l'eau.* — On doit compter, en général, sur une

consommation large, égale, *par heure*, à la quantité de racines traitées *par jour*. On pourra voir plus loin que cette consommation est beaucoup moins considérable dans la fabrication ordinaire qui ne dépense pas, en nombres ronds, plus de 5,500 kilogrammes d'eau par heure, pour un traitement de 50,000 kilogrammes par jour. Ces 5,500 kilogrammes représentent un effort de 15^{k},27 par seconde, et comme ce poids doit être élevé à la hauteur moyenne de 8 mètres, il convient d'y ajouter celui de la colonne de 7 mètres, supérieure à la hauteur unité et qui forme obstacle au libre transport. On trouve qu'il faut produire un travail de 122 kilogrammes environ, qui équivaut à 1^{ch},60 de force effective, ci. . . . . 1^{ch},60

L'eau, parvenue dans le réservoir alimentaire, est distribuée par des tubes qui agissent sous l'action de la pression atmosphérique, et il n'y a plus de dépense à faire pour cet objet.

2° *Lavage*. — Le mouvement du laveur exige un peu moins d'un cheval, soit . . . . 1^{ch},00

3° *Râpes*. — En comptant un cheval-vapeur pour la division de 450 kilogrammes de racines par heure (t. II, p. 491), on trouve qu'il faut, pour râper 2,272 kilogrammes par heure (22 heures de travail) 5 chevaux-vapeur, de force réelle. . . . . 5^{ch},00

4° *Pression hydraulique*. — Avec la pression moyenne de 100 atmosphères (t. II, p. 519) sur le piston de la pompe, celui-ci ayant un diamètre de 0,03 et le piston de la presse présentant un diamètre de 0,30, on agit sur le piston de la pompe par une pression de 740^{k},52. Par 9 centimètres de course, 40 coups par minute (t. II, p. 516), on trouve que le travail total par seconde est égal à 44 kilogrammètres 43, ou à 0^{ch},592 par presse. Comme chaque presse ne donne, en moyenne, que 11,480 kilogrammes par jour ou en 22 heures[1], on ne peut compter moins de 4 presses, qui peuvent suffire en forçant un peu les piles. Ces presses dépensent 2^{ch},37, soit. . . . . 2^{ch},50

A reporter. . . . . 10^{ch},10

1. Voir le tableau de la page 524, t. II, C.

Report.	10^{ch},10
5° *Travail des pompes.* — On doit compter 1/2 cheval pour l'alimentation des générateurs, 1^{ch},1/2 pour chacune des pompes à air de la concentration et de la cuite, et 4/5 de cheval pour chaque turbine. En réunissant ces éléments et en employant 4 turbines, on trouve un total de 6^{ch},70, ci	6^{ch},70
Total de la force motrice :	16^{ch},80

En somme, une machine de 16 à 18 chevaux-vapeur effectifs peut suffire très-largement à tous les besoins d'une usine de l'importance indiquée. En réunissant cette donnée aux précédentes, relatives à la calorification, on trouve qu'une fabrique de sucre installée suivant la méthode ordinaire exige une production de vapeur égale, en chiffres ronds, à 125 chevaux, ou à 3,750 kilogrammes par heure.

Du choix des générateurs. — Il existe aujourd'hui de très-bons générateurs pour la production des quantités de vapeur nécessaires aux usines, mais nous prendrons la licence de soumettre au lecteur quelques observations relativement à l'emploi des générateurs à bouilleurs. Ces engins présentent l'inconvénient, fort notable à notre sens, d'être très-exposés aux incrustations et, par suite, aux dangers qui en résultent. Comme ils se trouvent renfermés dans le massif du fourneau, il est assez difficile de pouvoir constater l'existence de défauts dans les joints, ou d'affaiblissement des parties, qui peuvent conduire à des accidents ou à de véritables catastrophes. Ils tiennent une place considérable et n'utilisent qu'une proportion insuffisante du combustible.

Nous préférons, pour les petites usines, les générateurs verticaux à foyer intérieur et à tubes de circulation, dans lesquels tous ces inconvénients sont supprimés. Le chauffeur doit s'occuper de plusieurs foyers, il est vrai, si un seul générateur ne suffit pas, mais cela arrive également dans les établissements où l'on se sert de générateurs à bouilleurs. Avec ces générateurs, on peut employer la vapeur à peu près partout, et il n'est pas difficile de les construire dans des conditions telles qu'un seul générateur puisse fournir de 60 à 70 chevaux effectifs.

D'autre part, les générateurs tubulaires, horizontaux, analogues à ceux des locomotives, fournissent un excellent travail, pourvu que le tirage soit suffisant et que la surface de la grille présente des dimensions convenables.

Il nous semble qu'il y aurait avantage, en sucrerie, à adopter les générateurs tubulaires de l'un ou de l'autre genre, et le choix à faire doit être guidé par la commodité du service et l'économie réalisée sous le rapport du combustible. Or, on peut facilement se rendre compte des faits. Le pouvoir calorifique moyen de la houille peut être évalué à 7,000 calories (t. II, p. 178), qui suffisent pour vaporiser 10k,55 d'eau en théorie. Une certaine proportion seulement du calorique dégagé est utilisée, puisque la pratique ne constate que la production de 7 kilogrammes de vapeur par kilogramme de combustible, et près du tiers du charbon se consomme en pure perte. Il est donc indispensable d'apporter la plus grande attention sur ce point dans l'adoption d'un système de générateurs, la vaporisation d'un seul kilogramme d'eau en plus par kilogramme de combustible représentant, dans l'exemple qui nous sert de base, une économie de 67 kilogrammes de charbon par heure ou de 1,608 kilogrammes par jour. C'est un résultat de 193 tonnes de combustible pour la campagne de 120 jours, et l'on admettra facilement toute l'importance qui s'attache à cette considération.

Si l'on prend la puissance calorifique d'un combustible et que l'on fasse soustraction des 3/10, on obtient à peu près l'indication des meilleurs résultats obtenus avec les générateurs ordinaires. Il est bon de faire remarquer cependant que ce résultat n'est atteint que très-rarement par les générateurs à bouilleurs, puisque le mètre carré de grille ne correspond qu'à une production de 300 kilogrammes de vapeur (10 chevaux), tout en consommant 60 kilogrammes de combustible. Il s'ensuit que la vaporisation obtenue n'est que de 5 kilogrammes, ou de la moitié de la théorie, et que l'on a le plus grand intérêt à adopter un dispositif qui fournisse une meilleure utilisation.

Dans tous les cas, il est toujours avantageux de placer les générateurs en contre-bas, de façon à pouvoir y faire retourner, comme eau d'alimentation, le produit de la condensation des vapeurs. Ce retour pouvant alors s'effectuer par le jeu d'une vanne à clapet, on économise tout le calorique accumulé dans

ces liquides. Or, la température moyenne des eaux de retour étant de + 90° environ, si l'on fait retourner aux générateurs les 8/10 de ces eaux, soit 3,000 kilogrammes par heure, on économise 80 × 3,000 = 240,000 calories par heure, ou 5,760,000 calories par jour de 24 heures, en admettant la température initiale de l'eau froide, employée à l'alimentation, égale à + 10°. Cette précaution conduit, pour la campagne de 120 jours, à diminuer la dépense en combustible de 691,200,000 de calories, c'est-à-dire de près de 155 tonnes 1/3, chaque kilogramme ne fournissant pratiquement que 4,450 calories.

Cette disposition présente encore deux autres avantages assez importants pour qu'il soit utile de les mentionner : les générateurs alimentés, pour les 4/5, par de l'*eau distillée*, se salissent plus lentement et les incrustations sont moins fréquentes. Par suite, on n'a pas besoin de pratiquer aussi souvent des nettoyages pénibles et les engins se conservent mieux. D'un autre côté, on économise toute la force qui serait dépensée pour l'extraction et l'élévation de cette quantité d'eau et cette observation n'est pas sans présenter une certaine valeur.

S'il n'est pas possible d'établir les générateurs à un niveau inférieur tel que les eaux de retour puissent y rentrer facilement, il convient de disposer, sur le trajet du tube collecteur des eaux de retour, un appareil automoteur, d'un système aussi simple que l'on pourra. Il nous semble cependant plus économique et, par conséquent, préférable de procéder par différence de niveau, et de prendre comme force d'intromission dans le générateur le poids de la colonne d'eau condensée. En effet, si l'on suppose un serpentin recevant la vapeur de la chaudière à vapeur et communiquant avec ce même vase, à l'aide d'un tube et par l'intermédiaire d'un clapet, si ce clapet s'ouvre de dehors en dedans du générateur, on comprend que la pression intérieure et celle qui existe dans le serpentin sont égales et que le poids de l'eau de condensation suffit pour ouvrir le clapet et faire passer cette eau dans le générateur. C'est le jeu de la bouteille alimentaire devenu automatique. La seule précaution à prendre consiste à établir sur le trajet des serpentins, avant la jonction de leur prolongement avec le tube de retour, une petite valve, dans le même sens que le clapet princi-

pal, et dont le rôle consiste à empêcher la vapeur de prendre une autre voie que la normale.

Combustible. — Les détails précédents permettent d'asseoir les bases de la consommation en charbon, calculée au maximum, sauf à apprécier les réductions possibles.

Il a été dit que la fabrication ordinaire, à l'air libre, prise pour type, requiert, pour un travail de 50,000 kilogrammes de racines par 24 heures, 3,207 kilogrammes de vapeur de calorification par heure et, pour tenir compte de la dépense des machines, le chiffre total a été porté à 3,750 kilogrammes ou à l'équivalent-vapeur de 125 chevaux...

Dans les plus mauvaises conditions, c'est-à-dire si les retours ne sont pas utilisés par les générateurs, et en comptant 5 kilogrammes de vapeur par kilogramme de combustible, on devrait s'approvisionner, pour la campagne de 120 jours, d'une quantité de charbon égale à 2,160 tonnes. Il a déjà été indiqué, pour des raisons économiques faciles à saisir, qu'il convient au moins de passer des marchés à livrer pour cette fourniture.

Mais nous avons vu que, par le retour des condensations, on économise 155 tonnes 1/3, en sorte que la consommation est ramenée à 2,004 tonnes 2/3 pour le traitement, en 120 jours, de 6,000,000 de kilogrammes. Ceci, nous le répétons à dessein, n'est exact que pour les plus mauvaises conditions, et l'on doit admettre qu'avec un bon générateur tubulaire on produit 7 kilogrammes de vapeur par la consommation de 1 kilogramme de charbon. Dans ce cas, en utilisant les 4/5 des eaux de retour pour l'alimentation, on trouve que le travail à l'air libre peut s'effectuer à l'aide d'une dépense en charbon égale à 1,388 tonnes environ.

Dans tous les cas, pour traiter 6,000,000 de kilogrammes de betteraves, on dépense, dans cette organisation, 10,800,000 kilogrammes de vapeur, c'est-à-dire que 1 kilogramme de racines demande l'application de 1 kil. 800 gr. de vapeur, dans les différentes phases du traitement industriel, mais cette vapeur peut différer de prix, quant au combustible, suivant les relations 21,60 : 20,30 : 13,88...

L'emploi de la vapeur donne lieu à une considération de pratique très-importante, à laquelle il est utile de prêter atten-

tion. En traversant les tubes conducteurs pour se rendre à la destination où elle doit être appliquée, la vapeur se refroidit et il s'en condense une partie. Sous l'action de l'air ambiant, les enveloppes métalliques condensent environ 2k,5 de vapeur par mètre carré. La fonte de 0,006 à 0,008 d'épaisseur condense 2k,84 et le cuivre de 0,001 à 0,003 condense 2k,65 de vapeur par mètre carré. On comprend que cette condensation, revenant à la perte nette de 1,400 à 1,500 calories par mètre carré, et la transmission de vapeur étant parfois d'une très-grande surface, à raison de la longueur des tubes, on subit, par cette cause, un préjudice considérable. Un tube de 3 centimètres de diamètre perd 128 calories par mètre courant...

On a bien proposé d'obvier à cet inconvénient en revêtant les tubes à l'extérieur, à l'aide d'enduits ou de garnitures d'une faible conductibilité, et ce moyen palliatif a produit un certain résultat. Sans nous arrêter aux diverses compositions vantées, et dont le mérite est fort contestable, nous dirons que le revêtement des tubes, à l'aide de torsades de paille de seigle ou autre, réduit la condensation des deux tiers, mais que le meilleur moyen à employer consisterait à recouvrir les tubes d'une enveloppe en liége ou d'un enduit charbonneux. Le liége est très-mauvais conducteur du calorique et s'oppose efficacement aux pertes par rayonnement. Le charbon est encore supérieur à cette matière sous le rapport qui nous occupe, et il suffit d'enduire les tubes avec un mastic formé de charbon pulvérisé, de terre glaise, de sable et de bourre hachée, pour atténuer autant que possible la condensation due à l'action réfrigérante de l'air.

Quoi qu'il en soit, ces moyens, très-bons à employer, sont encore coûteux, et il en est un autre, plus rationnel, qui ne coûte absolument rien, sinon quelques frais insignifiants d'installation, et qui peut déterminer une économie très-considérable. Ce moyen consiste dans l'emploi de la *vapeur surchauffée*. La vapeur produite à la pression habituelle de 3 atmosphères offre une température de + 135°,1 et la chaleur totale qu'elle a accumulée est de 647 calories 65. Les calculs que nous avons établis n'ont été basés, il est vrai, que sur la chaleur latente de la vapeur à + 100°, soit 537 calories ou 637 de chaleur totale, mais cette appréciation au minimum nous a été dictée par une prudence très-compréhensible et elle ne produit sur les

résultats que de faibles changements. En effet, les 3,750 kilogrammes de vapeur indiqués comme nécessaires par l'équivalent 637 ne s'abaisseraient qu'à 3,688 kilogrammes par l'adoption du coefficient rigoureux 647,65. Ce n'est donc pas à ce point de vue qu'il importe de se placer.

La vapeur surchauffée de + 100°, par exemple, acquiert une valeur excédante de 30 calories par kilogramme, sa chaleur totale étant de 678 cal. 10. Sous ce rapport, on obtient 115,087 calories de plus par heure, ou 2,762,100 calories par jour de 24 heures, ce qui répond à une économie journalière de 620 kilogrammes de combustible.

D'un autre côté, l'eau que la vapeur entraîne à l'état globulaire, et qui peut s'élever jusqu'au cinquième du poids total, se trouve vaporisée entièrement et elle est rendue utilisable. En comptant seulement un vingtième, on trouve que

$$3750/20 = 187^{k},50$$

par heure, ou 4 500 kilogrammes par vingt-quatre heures, ou, pour être plus exact, on a 100,687 calories de chaleur latente excédante, puisque l'on bénéficie de toute la chaleur transmissible supérieure à celle de l'eau à l'état globulaire qui ne dépasse pas 100 degrés. Ce deuxième résultat conduit à une différence en moins, dans la dépense de combustible, égale à 2,416,000 calories, soit, au moins, à 543 kilogrammes de charbon.

Ces deux résultats répondent à une économie journalière de 1 160 kilogrammes de charbon environ.

Enfin, on comprend que la vapeur surchauffée ne peut se refroidir dans les tubes de transmission que de la quantité indiquée pour la vapeur ordinaire; ainsi, dans tous les cas, elle conservera sa puissance active en tant que vapeur, puisqu'elle ne se condensera pas avant d'avoir produit l'effet utile qu'on en attend et, d'ailleurs, comme l'élévation de la température correspond à une dilatation proportionnelle, une quantité moindre de vapeur surchauffée suffira pour remplir les serpentins et les faux fonds, tout en apportant dans ces espaces une quantité plus grande de calorique.

Toutes ces raisons font saisir l'utilité incontestable de la surchauffe de la vapeur. Quant aux moyens à employer pour produire ce résultat, ils sont d'autant plus simples qu'ils se

bornent à faire circuler la vapeur dans des tubes convenablement disposés et placés dans les carneaux par lesquels les gaz de la combustion se rendent à la cheminée d'appel. Dans le cas de l'usine dont il est question, une surface de chauffe de 20 mètres carrés donnée à ces tubes est très-suffisante. On peut, cependant, restreindre encore cette surface en appliquant l'idée d'Éricson et en faisant passer la vapeur dans des tubes renfermant des disques de toile métallique. Cette disposition, fort connue d'ailleurs, offre l'avantage de transmettre le calorique aux gaz et aux vapeurs avec une sorte d'instantanéité, et tout constructeur intelligent peut facilement en tirer un parti avantageux.

2° **Eau.** — Nous avons dit précédemment que la consommation d'eau s'élève à 1 000 litres par heure et par 1 000 kilogrammes de racines traitées... C'est là un chiffre assez élevé, qui n'est pas toujours atteint et qui est quelquefois dépassé, en sorte qu'il est bon de vérifier les détails de la question.

A la *râpe*, nous admettrons qu'on ajoute 25 pour 100 d'eau en calculant sur le poids des racines, ce qui semble une moyenne fort acceptable. En comptant un chiffre égal dépensé au laveur et 30 pour 100 pour le lavage et le nettoyage des appareils, on a un total de 80 pour 100, soit de 40000 kilogrammes par jour de vingt-deux heures, ou, par heure, de 1818 kilogrammes.

Les *générateurs*, consommant 3750 kilogrammes par heure, nous avons admis que l'on fait retourner les quatre cinquièmes de la condensation vers les producteurs de vapeur. L'autre cinquième étant employé à divers usages, comme le dégraissage des filtres, etc., il doit en être fait défalcation. On a donc seulement pour le service des générateurs

$$3750 - 3000 = 750 \text{ kilogrammes par heure.}$$

Il convient de compter sur l'emploi de dix millièmes de *chaux* au moins, et cette chaux délayée en lait consomme environ cinq fois son poids d'eau, tant pour l'extinction que pour étendre la chaux hydratée en lait. Cette dépense s'élève à 2500 kilogrammes d'eau par jour de vingt-quatre heures, ou à 104 kilogrammes par heure.

La *filtration sur noir*, par 10 pour 100 de cette matière, con-

somme trois fois autant d'eau que de noir employé, tant pour le dégraissage que pour les quantités absorbées par le charbon d'os. Cette consommation, de 15000 kilogrammes par vingt-quatre heures, ou de 625 kilogrammes par heure, est largement compensée par le cinquième de la condensation, réservé pour cet usage, et il n'en est question ici que pour mémoire.

Le *lavage du noir* demande 50000 kilogrammes d'eau par jour, ou 2080 kilogrammes par heure.

Enfin, on consomme environ 500 litres d'eau par heure pour le *nettoyage des sacs* et des toiles, et pour divers emplois de toute nature. On a donc, en résumé, les données suivantes :

Au laveur, à la râpe et pour le nettoyage des appareils, par jour.	1818k
Pour les générateurs	750
Pour le lavage du noir	2080
Pour divers lavages et autres usages	500
Total	5148k

Dans la fabrication ordinaire à l'air libre, on voit que la quantité d'eau à consommer par heure ne dépasse guère le dixième du poids des racines traitées dans les vingt-deux heures de travail effectif et qu'elle n'est que de 2k,26 par kilogramme de racines et par heure. Cet écart tient à ce que, dans cette fabrication, on n'a pas à dépenser les quantités énormes d'eau que l'on emploie à la condensation des vapeurs lorsqu'on se sert des appareils à basse pression.

On devra donc être pourvu d'une pompe *au moins* qui puisse fournir largement 6000 litres par heure au réservoir d'alimentation. Les principaux organes de cette pompe, les clapets, les garnitures, toutes les pièces qui peuvent être exposées à quelque accident, doivent être en double, afin qu'on ne soit pas exposé à un chômage ou à un arrêt par suite du manque d'eau. C'est dire que cet engin doit être d'une construction très-simple, et que l'ouvrier dont on dispose doit pouvoir la réparer promptement. Il est, d'ailleurs, très-avantageux d'avoir toujours une seconde pompe toute prête à être posée, afin que, dans le cas d'une rupture, on n'ait que des joints à faire pour remplacer celle qui se trouve hors de service.

3° **Division de la matière**. — Étant admise la division

par la râpe, il convient de faire un choix parmi les instruments de ce genre, en se basant sur les principes qui règlent ce point de la fabrication. On conçoit, en somme, que nous n'ayons pas à recommander les appareils d'un constructeur ou d'un autre, et les observations qui ont été faites au sujet de ces instruments nous paraissent suffisantes pour guider le fabricant. Nous devons dire, cependant, que nous préférons les râpes à tambour ordinaire, à action extérieure, pourvu qu'un entraîneur mécanique soit substitué aux pousseurs, comme on peut s'en rendre compte en examinant le modèle de Klusemann. Quoi qu'il en soit, la râpe destinée à diviser 2 272 kilogrammes de racines par heure doit être établie pour râper aisément 2500 kilogrammes. Il faut donc qu'elle présente $1^{mq},64$ de surface active pour une vitesse de six cent-cinquante tours par minute. On ne négligera pas, en outre, cette considération, qu'il est préférable de ne pas exagérer les dimensions, et qu'il vaudrait mieux avoir deux ou plusieurs râpes que de les faire construire sur un diamètre trop grand ou une longueur démesurée. Dans le cas dont nous étudions les détails, une seule râpe suffit, et le tambour doit avoir $0^{m},68$ de longueur sur $0^{m},66$ de diamètre. Ces dimensions répondent à une surface de $1^{mq},40$ qui est très-suffisante avec la vitesse normale de six cent-cinquante tours.

Il ne semble pas que ces règles soient absolues, car nous avons fait construire, pour sucrerie agricole, une râpe de $0^{m},34$ environ de diamètre, sur $0^{m},40$ de longueur, qui donne, par trois cent-cinquante tours au plus, une production de 1 200 kilogrammes par heure. Il est vrai que la pulpe est un peu moins fine qu'on ne l'exige en sucrerie industrielle, mais la différence n'est pas assez considérable pour faire compensation. Cette râpe, qui sera décrite, n'a pas de pousseurs et ces organes sont remplacés par un tambour entraîneur.

Quelle que soit la forme de la râpe adoptée, il convient de se pourvoir d'un nombre suffisant de lames de rechange, de clavettes et de boulons, afin de pouvoir faire rapidement toutes les menues réparations dont le besoin peut se faire sentir au cours du travail. Enfin, nous rappelons encore que la râpe exige quatre chevaux et demi de force effective pour la division de 50 000 kilogrammes, ou pour 2 272 kilogrammes par heure; ce qui conduit à un travail de 11 100 kilogrammes

environ par jour de vingt-deux heures et par cheval-vapeur employé. Le prix d'une râpe de la dimension indiquée ci-dessus, avec sa transmission, varie habituellement entre 3 000 et 4 500 francs, mais on pourrait obtenir de meilleures conditions.

4° Extraction du jus. — On ne peut hésiter, dans la pratique, à adopter, pour l'extraction du jus, les moyens les plus énergiques, qui diminuent la main-d'œuvre autant que possible, tout en améliorant sensiblement les résultats. Cette observation, à laquelle se rallieront tous les observateurs, conduit à la nécessité d'installer un pelleteur mécanique et une presse préparatoire. De même encore, pour l'emploi de la presse hydraulique, il n'est pas douteux que le dispositif de Walkhoff (t. II, p. 508) doive être considéré comme le plus rapide et le plus commode.

En thèse générale, il faudra quatre presses pour opérer l'extraction du jus de 50,000 kilogrammes de racines en 22 heures de travail effectif. La pratique n'a pas encore adopté les presses de très-grandes dimensions, en sorte que le travail réel de ces machines ne dépasse pas 300 à 325 kilogrammes par opération. Comme chaque pression demande, au total, une demi-heure, le produit de chaque presse serait représenté par un travail de 14,300 kilogrammes. On ne porte guère ce chiffre qu'à 12,500 kilogrammes, et l'on emploie 4 presses avec leurs tables à ensacher, leurs claies et leurs rigoles d'écoulement, pour le traitement de 50,000 kilogrammes. Il faut, en outre, un jeu de pompes d'une puissance suffisante, conformément aux principes qui ont été étudiés, et une machine à vapeur spéciale, si la machine principale n'a pas été calculée pour produire toute la force nécessaire.

Nous devons avouer que nous croyons peu à l'utilité proclamée par plusieurs personnes dans l'emploi d'une force très-considérable pour le jeu des presses hydrauliques. Si le lecteur veut bien se reporter aux observations faites à ce sujet (t. II, p. 511 et suiv.), il lui sera facile de se convaincre du peu d'avantages que l'on trouve dans ces pressions énormes de plusieurs centaines d'atmosphères, dont on fait si grand fracas. Par 100 atmosphères, avec des piles de 0,40 de côté, on agit avec une force de près de 75,000 kilogrammes et l'on ré-

partit une pression de 46k,2822 par centimètre carré de la surface de la pile. Les piles de 0,70 centimètres, par l'action d'une force égale, ne supportent, par centimètre carré, qu'une action trois fois moindre et, cependant, cette dernière presse fournit un rendement proportionnel égal à celui de la petite presse, et le rendement absolu est supérieur. N'y a-t-il pas là une preuve de ce fait qu'une force de 35 atmosphères serait suffisante pour les petites piles, si l'on procédait avec la lenteur convenable[1]? C'est la lenteur de la pression et non la violence de l'action qui contribue le plus à fournir un rendement maximum et il est indispensable de ne pas perdre de vue ce principe fondamental dans l'installation des presses. Nous sommes certain de la vérité de cette proposition par les constatations les plus irréfutables. Ne sait-on pas que, en agissant lentement, on retire plus de 80 pour 100 de jus par la presse à vis ordinaire, manœuvrée à main d'homme à l'aide d'un levier? N'a-t-on pas vérifié que des pressions exagérées de plusieurs centaines de mille de kilogrammes ne fournissent pas une goutte de jus de plus? Pourquoi donc persister, à l'encontre du bon sens et des faits, à dépenser une action de 200 atmosphères, lorsqu'une force dix fois moindre peut faire aussi bien, si l'on veut prendre la peine de l'utiliser régulièrement? Nous signalons encore une fois cette anomalie et nous pensons qu'une force de 20 atmosphères pour la grande pompe et une de 42 pour la petite rempliraient les conditions les plus pratiques.

D'un autre côté, on devra, dans l'installation des presses hydrauliques et des pompes qu'elles nécessitent, se rappeler que l'intérêt seul du constructeur milite en faveur des grandes dépenses de force...

La râperie et l'atelier des presses doivent être installés de plain-pied, autant que possible dans le même local, afin d'éviter les causes d'altération de la pulpe pendant un trajet plus long qu'il ne doit être. C'est déjà assez que cette pulpe soit exposée aux altérations que détermine une grande masse d'air absorbée sans y joindre l'influence de la durée.

1. Consulter le tableau de la page 521, t. II, et les observations qui sont exposées à la suite de ce tableau. Nous devons faire observer que, par suite d'une erreur typographique, la colonne indicatrice des pressions, sur les piles de 0m,40 de côté, est indiquée comme relative aux piles de 0m,70, et réciproquement. Les données de la page 520 font aisément reconnaître cette erreur.

Transport des jus. — Cette portion de l'installation ne doit pas être traitée avec la négligence dont elle est l'objet le plus ordinairement. Les monte-jus et les pompes se partagent l'opinion et ce n'est qu'avec une certaine timidité que l'on hasarde un mot en faveur de l'action de l'air comprimé. Il semble bon, cependant, de faire une comparaison rapide entre ces différents moyens de transport et de rechercher quel est celui qui apporte à la fabrication les plus grands avantages.

Supposons d'abord que le jus, en sortant des presses, tombe dans un récipient intermédiaire. Cette précaution est toujours utile, parce qu'elle évite les débordements et les pertes, trop fréquentes, dont le résultat final est sensible sur la balance de fin de campagne. Ce récipient doit pouvoir *au besoin* contenir le jus produit en une heure, soit 2,272 kilogrammes. On le construit très-économiquement sous la forme d'un bac cubique ou en parallélogramme, à angles arrondis : la vidange doit être placée à la partie la plus déclive du fond, qui est un peu concave, ou légèrement incliné vers un point. Si l'on transporte le jus par un monte-jus, on a affaire à un engin très-commode, qui ne demande que le jeu de quelques robinets pour toute main-d'œuvre, la vapeur se chargeant du reste. Cette vapeur serait dépensée dans tous les cas, au moins pour la quantité qui agit comme force motrice, puisque le travail, absolument identique, consiste à faire monter, par heure, 2,272 kilogrammes de jus à 8 mètres de hauteur supposée. Le travail de la pompe est absolument le même, sauf la différence très-faible qui dépend des frottements. Il en est de même lorsqu'on se sert de l'air comprimé, puisque la pompe à air n'a à être sollicitée que par la force nécessaire pour l'élévation des jus et l'équilibration des résistances. On peut admettre la presque parité de ce fait dans les trois données.

Mais la vapeur, en pénétrant dans le monte-jus sous une température de + 135° par exemple, se trouve en contact avec un liquide froid et il se produit une condensation assez abondante.

Un monte-jus d'un mètre de diamètre présente une surface réfrigérante de $0^{mq},7865$ et la condensation produit une perte de vapeur proportionnelle à cette surface et à la différence de température. Cette chaleur ne se transmet que partiellement au liquide, ou, plutôt, la chaleur acquise par le jus se perd dans

le transport même et au contact de l'air ambiant à l'arrivée. Il y a là une perte sèche calculable. En outre, toute la vapeur condensée a fourni de l'eau, qui augmentera nécessairement la dépense d'évaporation.

Les pompes ont l'inconvénient d'introduire dans les liquides une certaine quantité d'air; mais, outre que l'influence de l'air peut être annihilée, il semble assez difficile de démontrer, par des faits concluants, que cette influence soit bien redoutable dans le court espace de temps pendant lequel elle agit. On peut objecter que, à moins d'avoir des pompes puissantes, à jet continu, les pompes remplissent les chaudières moins vite que les monte-jus et qu'on n'en arrête pas le fonctionnement d'une façon instantanée. A cela, on répondra qu'il est facile de se procurer de bonnes pompes, aussi puissantes qu'on le désire, et que, en dirigeant d'une manière continue les jus dans un réservoir supérieur, destiné à alimenter la défécation, on n'a aucun besoin de se préoccuper de la rapidité ou de la lenteur de l'arrêt...

Enfin, l'emploi de l'air comprimé exige un certain matériel. Il faut autant de monte-jus que par la vapeur, une pompe et sa transmission, un récipient assez résistant pour supporter deux atmosphères de pression. En arrivant dans le monte-jus, le fluide gazeux se refroidit en raison de sa dilatation et enlève du calorique au liquide... En revanche, il n'apporte pas d'eau dans les jus et son emploi n'augmente pas les frais de concentration.

Telles sont les principales raisons que l'on peut apporter pour ou contre ces différents moyens de transport et c'est au fabricant de se décider pour l'un ou l'autre, selon les circonstances. Dans tous les cas, la dépense du transport des jus et des sirops sera d'autant plus considérable que les appareils de purification et de concentration seront disposés sur un même plan et cette dépense sera considérablement amoindrie, presque annihilée, si le liquide, après avoir été envoyé à la défécation dans la partie supérieure de l'usine, descend ensuite de proche en proche et d'opération en opération, jusqu'à la fin du traitement où il parvient à l'état de sirop cristallisable ou de masse cuite. Cette disposition en *cascade* doit être préférée partout où il est possible de l'installer et où l'on peut donner aux constructions une hauteur suffisante.

5° **Défécation.** — Le fabricant doit établir les capacités de ses chaudières et leurs surfaces de chauffe de manière à ne pas avoir à subir de temps d'arrêt ou de retard pour cause d'insuffisance de ses vases. Les calculs à faire pour se mettre à l'abri de ces ennuis sont fort simples, et l'exemple suivant appliqué à un travail de 50 000 kilogrammes en vingt-deux heures suffira pour indiquer nettement la règle à suivre.

Il a été admis que les racines fournissent un poids égal de jus atténué, soit 2 272 kilogrammes par heure. C'est là, évidemment, une mesure au maximum, qui est rarement atteinte, mais sur laquelle il convient de se baser pour être dans le vrai pratique. Comme la rapidité est la condition fondamentale de la purification des jus dans les méthodes habituellement suivies, comme les liquides peuvent s'altérer promptement s'ils ne sont pas soumis, le plus tôt possible, aux réactions de purification, il est clair qu'on ne doit pas accorder un temps trop long au transport des jus ni à leur échauffement, et qu'il vaut mieux employer plusieurs vases que de se servir de très-grandes chaudières, dont le remplissage, au-dessus de la ligne de chauffe, demanderait trop de temps. Une chaudière de 4 500 litres serait suffisante matériellement, mais il est préférable d'en établir plusieurs, plus petites, dont l'une se remplit pendant que les autres sont en travail ou en nettoyage.

Il faut compter une demi-heure pour le remplissage de chaque chaudière. Aussitôt que le liquide couvre la surface de chauffe, on introduit la vapeur afin de gagner du temps et, de cette façon, si la surface est convenablement établie, la température est arrivée au point nécessaire en quarante-cinq minutes, durée de l'emplissage comprise. Il faut ajouter à cela cinq minutes pour le temps nécessaire à l'introduction de la chaux et au rétablissement de la température abaissée par l'addition du lait de chaux. On doit laisser à la matière quinze minutes de repos, pour obtenir une bonne séparation des écumes et des dépôts; la vidange du jus clair demande vingt minutes et il en faut autant pour faire sortir les écumes et nettoyer la chaudière. Le temps effectif employé au travail se trouve donc représenté par une heure quarante-cinq minutes pour une opération complète.

Or, on produit, pendant ce temps, 3 976 kilogrammes de jus, et les chaudières doivent être d'une capacité suffisante ou

en nombre proportionnel convenable pour suffire largement au travail. C'est pour cela qu'une seule chaudière de 4500 litres suffirait mécaniquement, mais elle demanderait trop de temps pour le remplissage et, en outre, les jus devraient attendre, pendant cent cinq minutes, que la chaudière fut prête à les recevoir. On ne pourrait obvier aux dangers d'altération qu'en ajoutant au liquide, à mesure de sa production, un agent préservateur assez actif pour le mettre à l'abri de tout accident. Il vaut donc mieux scinder le travail et faire établir quatre chaudières de 1 250 à 1 300 litres ou trois de 1 500 à 1 600 litres.

Nous en admettrons quatre pour le cas présent, et nous recherchons la surface de chauffe qu'il convient de leur donner pour le traitement de jus que l'on peut supposer à $+5°$ de température initiale, suivant que l'on adopte les faux fonds ou le chauffage par serpentins.

Chacune des quatre chaudières doit traiter 1 060 kilogrammes environ, tout compris, pour que les opérations se suivent et s'enchaînent avec régularité. Comme la température doit s'élever de $+5°$ à $+102°$ pour arriver à l'ébullition, on doit appliquer $97 \times 1060 = 102820$ calories en trente minutes, afin de rester dans les conditions prévues.

Or, les faux fonds ne transmettant que 40000 calories par mètre carré et par heure, un mètre carré de surface de faux fond ne transmet que 20000 calories en trente minutes et, pour qu'un faux fond puisse fournir le calorique nécessaire en une demi-heure, il doit présenter une surface de $5^{mq},14$, en sorte que, pratiquement, la calotte sphérique devra avoir au moins cette surface de développement.

Si, au contraire, on se sert des serpentins, la surface peut être notablement réduite. Les tubes transmettant 60000 calories par mètre carré et par heure, soit 30000 calories par demi-heure, il suffira d'une surface de $3^{mq},43$ pour obtenir la transmission de 102820 calories en trente minutes.

S'il est vrai que les serpentins soient plus difficiles à nettoyer à la fin du travail, ce petit inconvénient est bien compensé par d'autres avantages. La résistance des tubes permet de ne leur donner qu'une petite épaisseur et le jet de vapeur les purge parfaitement de l'air qu'ils renferment, en sorte que la dépense est moindre, d'une part, et que, de l'autre, la transmission du calorique est plus facile. Avec les faux fonds,

qui ne se purgent pas facilement de l'air intérieur, il est indispensable de donner une forte épaisseur à la calotte pour qu'elle puisse résister à la pression et l'on dépense davantage pour obtenir un résultat moindre, dans la proportion de 60 à 40.

Le mètre courant de serpentin de $0^m,03$ de diamètre correspond à $9^{dmq},42$ de surface, en sorte qu'un serpentin de $36^m,40$ de développement fournira dans chaque chaudière la surface demandée. Nous aimerions mieux, cependant, voir augmenter d'un quart les surfaces de chauffe, au-dessus de ce qui est strictement nécessaire, afin d'économiser un peu de temps sur le chauffage et de pouvoir appliquer ce temps au repos et à la clarification des liquides. C'est une précaution dont on se trouve bien dans le travail et il n'y a rien à négliger lorsqu'il s'agit d'en assurer la bonne exécution.

Des écumes et dépôts. — On doit compter, en fabrication courante, sur le quart du volume total en *troubles*, renfermant les écumes et les dépôts. Il y a deux manières d'en extraire le jus. Ou bien on se servira de la presse ordinaire et l'on soumettra à son action les troubles renfermés dans des sacs, ou l'on emploiera le filtre-presse.

Le premier mode est extrêmement pénible. Outre qu'il exige, pour 245 à 250 kilogrammes de troubles, environ vingt-cinq sacs par défécation, les ouvriers ne font ce travail qu'avec répugnance et souvent ils murmurent contre toute addition supplémentaire de chaux, surtout s'ils sont payés sur le nombre des défécations, ce que nous avons observé quelquefois et ce qui est une faute. D'un autre côté, ils sont exposés, en réalité, à contracter aux mains des gerçures douloureuses sous l'action caustique de la chaux, et l'on ne peut s'empêcher de désirer l'adoption d'un procédé meilleur, plus économique, et moins désagréable. Le filtre-presse obvie à tout cela, et il suffit d'un seul de ces appareils pour presser convenablement les troubles de l'usine. Nous ne pouvons que recommander l'adoption de cet engin, qui rend des services considérables partout où on l'emploie. Il n'est pas indispensable d'en organiser le service par les monte-jus et la pression de la vapeur, et une pompe peut conduire au même résultat. Il suffira donc de faire couler les troubles, renfermant les dépôts et les écumes, dans un bac

placé à l'étage au-dessous, dans quelque coin inoccupé. La pompe adaptée à ce bac y puisera ces matières à mesure pour les envoyer au filtre-presse, et l'on évitera ainsi de compliquer cette partie de l'installation.

Dans la fabrication ordinaire, le résidu de la pression varie nécessairement suivant la nature des racines et la proportion de chaux employée à la défécation, et il est assez difficile de fournir à cet égard des chiffres positifs. On a constaté quelquefois un chiffre de 2,5 pour 100 du jus et, dans d'autres circonstances, le poids du résidu s'est élevé jusqu'à 6 pour 100. En moyenne, 1 060 kilogrammes de jus fournissent 40 kilogrammes de résidu pressé, utilisable comme engrais.

6° Saturation. — Les jus qui ont subi le chaulage doivent ensuite être soumis à l'action de l'acide carbonique. Le matériel relatif à cette opération doit se scinder en deux parties distinctes, et il convient d'examiner à part l'appareil producteur du gaz et l'appareil de saturation dans lequel ce gaz est appelé à produire son action.

Production du gaz acide carbonique. — On a à opter entre deux conditions tout à fait différentes, selon la situation où l'on se trouve. Ou bien on peut acheter la chaux à bon compte, ou on est obligé de la préparer par la calcination du calcaire. Dans le premier cas, on prépare l'acide carbonique par la combustion du charbon de bois ou du coke, ou, encore, on utilise le mélange gazeux qui s'échappe par les carneaux des foyers. Dans le second cas, on recueille l'acide carbonique qui se dégage, pendant la calcination du calcaire traité, et celui qui est produit par la combustion du charbon nécessaire à l'opération.

Nous n'admettrons pas, au moins par hypothèse, qu'on laisse de la chaux à dessein dans les jus soumis à la carbonatation et nous supposerons que l'on veut, rationnellement, débarrasser les jus de la chaux et des alcalis. Cette proposition ne peut gêner en rien les conséquences pratiques à déduire, puisqu'elle conduit à raisonner au maximum, et à produire assez d'acide carbonique pour saturer absolument les jus.

La proportion de chaux qui reste dans les jus est très-variable, puisque le chaulage varie lui-même dans la relation de

5 à 20 millièmes du jus et, ici encore, il convient de baser les calculs sur la plus grande proportion de chaux qui puisse rester dans les jus. Divers spécialistes, et Walkhoff lui-même, posent en principe que le jus contient 2 fois autant de chaux que l'eau de chaux. L'auteur allemand ajoute toutefois un correctif omis par le traducteur, et il subordonne cette teneur en chaux à la qualité des betteraves[1].

Cette opinion est évidemment erronée, puisque le sucre se combine à 350 parties de chaux par 2,137p,5, et qu'une chaudière de 1060 litres, renfermant 90 kilogrammes de sucre réel, pourrait retenir 14k,73 de chaux en combinaison avec le sucre seulement, sans parler des autres combinaisons solubles de la chaux qui peuvent rester dans les liquides. Le procédé Barruel était précisément basé sur ce fait. Quelle que soit la quantité employée, la teneur du jus en chaux ne peut dépasser la proportion d'un équivalent par rapport au sucre, augmentée de la quantité soluble dans l'eau, en négligeant les sels calciques solubles dont la proportion est très-faible. Comme l'eau peut dissoudre 1/778 de chaux à + 15° et 1/1270 à + 100°, les 1060 litres de jus peuvent contenir de 0k,834g,6 à 1k,362 gr., et la moyenne, que l'on peut adopter, est de 1k,098 grammes.

En réunissant ce chiffre à celui de la chaux qui peut s'unir au sucre, on trouve que 1060 litres de jus peuvent contenir au plus 15k,828 de chaux dissoute, si l'on a employé 18 à 20 millièmes de cet agent pour la défécation. Avec un chaulage à 10 millièmes, il se pourrait encore que la liqueur retînt 7k,914 de chaux... Il est juste d'ajouter que la nature des racines peut abaisser ces chiffres, en ce sens qu'elles peuvent contenir une plus forte proportion de substances susceptibles de former des combinaisons calciques insolubles; mais, la contre-partie de cette proposition étant également vraie, on doit, par prudence, se baser sur l'appréciation la plus élevée.

Donc, le chaulage maximum étant de 20 millièmes, la plus grande teneur du jus en chaux est de 15k,828 pour 1060 litres, soit de 34k,133 pour les 2,272 kilogrammes de jus traités par heure. Ajoutons qu'il est impossible de faire, *à priori*, des appréciations sur les proportions inférieures à ce maximum.

1. « Der geschiedene Saft enthält oft, *je nach der Qualität der Rübe*, die zweifache Menge Kalk von der in Kalkwasser gelösten; 350 Theile Saft enthalten 1 Theil Kalk (*Der praktische Rübenzuckerfabrikant*, s. 703). »

puisqu'elles sont sous la dépendance des conditions les plus diverses, en sorte qu'il est plus aisé au fabricant lui-même d'apprécier sa propre situation qu'il n'est facile de la lui délimiter par des généralités. Comme on est sûr de ne pas faire d'erreur sensible en se rapportant au maximum, nous dirons que l'on peut avoir dans les jus 15k,828 de chaux, indépendamment des alcalis, et il faut pouvoir éliminer cette quantité par l'acide carbonique, si l'on veut être à même d'augmenter la proportion du chaulage selon les besoins.

Le carbonate de chaux étant formé de 350 de chaux et 275 d'acide carbonique, il faudra disposer de 12k,436 d'acide carbonique pour éliminer les 15k,828 de chaux des jus. Cette quantité revient à 26k,818 par heure, pour 2,272 kilogrammes de jus, ou à 590 kilogrammes par jour de 22 heures.

Or, pour produire cette quantité d'acide carbonique par la combustion du charbon de bois ou du coke, il convient d'abord de se rappeler que ces combustibles ne contiennent guère que les 4/5 de leur poids de carbone pur et qu'il faut 75 parties de carbone pur pour former 275 parties d'acide carbonique avec 200 parties d'oxygène. Les 26k,818 d'acide carbonique nécessaires par heure demanderont la *combustion totale* de 7k,314 de *carbone pur* ou de 9k,142 de charbon de bois ou de coke.

D'autre part, la combustion de 7k,314 de carbone pur requiert 19k,504 d'oxygène, qui sera fourni par 84k,323 d'air atmosphérique, ou par 64mc,864 de ce fluide[1].

Nous pouvons tirer de là quelques conclusions pratiques en continuant à raisonner au maximum.

La saturation de 1060 litres de jus devant se faire industriellement en 25 minutes, il devra, pendant ce temps, être brûlé 4k,239 de charbon, à l'aide de 37mc,593 lit. d'air. Comme le mélange gazeux résultant de la combustion ne présente pas une densité notablement supérieure à celle de l'air, on peut admettre, comme suffisamment exact, que la pompe à installer devra aspirer 37,593 litres d'air en 25 minutes et refouler dans le même temps un volume égal du mélange gazeux pour satisfaire aux conditions du problème.

A raison de ce chiffre maximum, on doit injecter 1503 litres par minute, et cette indication suffit pour donner à la pompe les

1. Le poids du litre d'air a été porté à 1 gr. 30 au lieu de 1 gr. 2932.

dimensions convenables, pour régler la course du piston et le nombre de mouvements qu'il doit effectuer.

En ce qui concerne l'appareil producteur, c'est-à-dire le *fourneau*, où l'on dépose le charbon à brûler le combustible, on voit qu'il est parfaitement inutile de lui donner des dimensions exagérées. Un appareil contenant un hectolitre à un hectolitre 1/2 de charbon ou de coke est très-suffisant, pourvu que la grille soit inclinée vers l'*autel* et que, le combustible s'allumant de proche en proche, la masse d'air ne traverse jamais que du charbon incandescent : moyennant cette précaution indispensable, on peut ne dépenser que le minimum de charbon.

Ce qui précède s'applique au cas où l'on ne prépare pas la chaux; mais encore peut-on, dans cette même condition, obtenir l'acide carbonique beaucoup plus économiquement. Si l'on établit, derrière l'autel du foyer des générateurs, un tuyau de prise de gaz en fonte, ou mieux, en terre réfractaire, et que l'on remplisse ce tuyau de pierre ponce concassée, ou de brique en morceaux, on pourra faire sortir l'extrémité de ce tube hors du massif et y relier le tube de prise qui conduit aux appareils de distribution. Le gaz ne coûtera absolument rien dans ce cas, sinon l'entretien des instruments. Nous verrons tout à l'heure comment il convient de le purifier.

Si, au contraire, on produit soi-même la chaux indispensable pour la défécation et qu'on la calcule toujours au maximum, on voit qu'il faut produire tous les jours $20 \times 50 =$ 1,000 kilogrammes de chaux caustique. Cette quantité est fournie par 1,786 kilogrammes de calcaire supposé pur, mais ce chiffre peut être porté à 2,200 kilogrammes, tant à cause de l'humidité de la pierre à chaux que des impuretés qu'elle renferme. Comme le calcaire a pour poids spécifiques 1468 (craie) et 2,400 (calcaire compacte), la moyenne de ces deux nombres égale 1934, d'où il résulte que le litre de calcaire pèse 1k,934. Les 2,200 kilogrammes nécessaires auront donc un volume réel de 1,137 litres; mais, comme cette matière doit être divisée en fragments, il faut compter 1/3 en sus pour les vides, ce qui porte le volume intérieur du four à chaux à 1,516 litres. En doublant ce chiffre, pour être sûr d'une bonne calcination et pour pouvoir recharger seulement une fois par 24 heures, on obtient un volume intérieur, pour le four, de 3,032, soit 3,200 litres. Il y a loin de cela aux inventions des chaudron-

niers qui construisent des tours de 10 mètres de hauteur par 2 ou 3 mètres de diamètre. Il est vrai que, par une autre sottise, qui est loin de corriger la première, ils font mélanger le combustible nécessaire à la calcination avec le calcaire même. Cette idée ne pouvait guère sortir que de cerveaux malades, atteints de la manie de vendre, quand même, des masses inutiles de métal et, puisqu'il faut le dire, nous n'aurions pas plus de confiance aux *chimistes* qu'aux *chaudronniers*, s'ils conseillaient d'employer ces monuments. L'existence de quelque intérêt peu avouable, de quelque *remise*, nous paraîtrait démontrée par le fait. Il n'est pas admissible que l'on ait besoin de 15 à 20 mètres cubes, lorsque 3 mètres forment le double du nécessaire par le maximum.

Le foyer d'un four à chaux doit être en dehors et le combustible ne doit pas se mêler avec le calcaire. Pour s'en convaincre, il suffit d'aller voir travailler, pendant une heure, les *chaufourniers* les plus arriérés, si l'on n'a pas des connaissances chimiques assez précises.

Dans la condition particulière dont nous parlons et qui tend à se généraliser, les 2,200 kilogrammes de calcaire, considérés comme représentant 1,786 kilogrammes de calcaire pur, fournissent, par jour, 789^{k},040 d'acide carbonique pur, sans compter celui qui provient de l'oxydation du carbone du combustible. Il a été exposé que, en raisonnant au maximum, il ne faut que 590 kilogrammes d'acide carbonique par jour, en déféquant par 20 millièmes de chaux.

A notre sens, le plus économique et le plus sûr de tous les procédés consiste à faire sa chaux soi-même, afin de ne dépendre de personne.

L'outillage nécessaire pour cela est fort simple et il convient dans ce cas de ne pas se laisser entraîner par les prospectus. Un four à chaux en tôle forte, garni de briques réfractaires à l'intérieur, muni d'un foyer extérieur, et présentant deux trous d'homme pour le chargement et le déchargement, un tube de large dimension communiquant avec le reste de l'instrumentation, forme tout le matériel de production, et l'on peut faire construire un four de ce genre et de cette capacité pour moins de 3,000 francs.

L'appareil de distribution du gaz est assez complexe. Il se compose d'un réfrigérant, afin que la chaleur du mélange ga-

zeux n'altère pas la pompe d'aspiration et de refoulement. d'une pompe placée à la suite et d'un récipient laveur, dont l'épaisseur de parois est suffisante pour résister à 1 atmosphère de pression. C'est sur ce récipient que l'on établit la prise qui doit porter le gaz aux chaudières de saturation, et c'est dans l'intérieur de ce même vase que se fait l'épuration du mélange gazeux. Comme le gaz y pénètre à travers une couche d'eau, il suffit que ce liquide contienne en dissolution ou en suspension les agents d'épuration que l'on renouvelle en temps utile. Le meilleur agent à employer économiquement pour compléter la purification du gaz déjà commencée par le lavage est le sulfate de fer du commerce (couperose verte), dont on introduit une dissolution concentrée dans l'eau du laveur. L'acide sulfhydrique et l'ammoniaque sont retenus et il se forme du sulfure de fer et du sulfate d'ammoniaque. Les matières goudronneuses, en quantité très-faible, restent à la surface du liquide.

Carbonatation. — Habituellement, on donne aux chaudières à saturation un volume plus grand que celui des chaudières à défécation. Il suffit de porter la contenance de ces chaudières à 1,500 litres, pourvu qu'on ait le soin de faire arriver le gaz aussitôt que le barboteur est couvert de liquide. Cette simple précaution permet de ne pas employer les brise-mousses dont l'utilité n'est pas parfaitement démontrée. Comme la saturation peut se faire en 25 minutes, que le réchauffement du liquide en demande 10, et qu'il en faut 15 pour le repos, chaque chaudière opère la totalité de son travail en 50 minutes au plus. En installant 3 chaudières, on peut toujours en avoir une en activité, l'autre en vidange et en nettoyage, et la troisième en remplissage, en sorte que l'on peut faire abstraction du temps du remplissage, de la vidange et du nettoyage, et que l'opération s'exécute fort régulièrement, pourvu que l'on ait *réellement* de l'acide carbonique, ce qui est assuré si l'on remplit les précautions indiquées.

Débourbage. — Après une ébullition de courte durée, le carbonate de chaux a pris assez de densité pour se déposer facilement et promptement ; la liqueur limpide est simplement décantée pour être envoyée à la filtration. Il se peut faire, cependant, qu'elle conserve un peu de trouble et. en outre, il

convient de séparer le jus du dépôt calcaire. On fait passer la liqueur, en partie ou en totalité, et les troubles, dans un petit filtre à débourber, sur la toile duquel on recueille le dépôt de carbonate pour le presser. Il est nécessaire d'avoir deux de ces filtres, afin que le nettoyage n'amène pas de temps d'arrêt dans l'écoulement des jus saturés.

7° **Filtration.** — En sortant du débourbeur, les jus se rendent immédiatement dans les filtres ou dans les réservoirs alimentaires des filtres, si l'on a disposé l'outillage dans ce sens, et que l'on ait une hauteur suffisante pour permettre le trajet direct des liquides. Dans le cas contraire, on les fait descendre, soit dans un monte-jus, soit dans le réservoir d'une pompe, et on les fait remonter aux réservoirs alimentaires de la filtration. Ces réservoirs sont ordinairement au nombre de trois, en sorte que l'un est plein et en repos, pendant que le second envoie le jus à la filtration et que le troisième est en remplissage après avoir été nettoyé.

On pourrait modifier ce dispositif d'une manière avantageuse qui faciliterait la manœuvre des filtres. Ceux-ci seraient placés au rez-de-chaussée, et leur produit s'écoulerait dans des réservoirs ou des monte-jus, placés en contre-bas, d'où il serait envoyé à la concentration, et tous les liquides à concentrer seraient facilement réunis. Le jus des débourbeurs coulerait directement dans les bacs alimentaires de la filtration et, de là, dans les filtres mêmes. Le matériel serait le même, mais cet agencement permettrait de vider les filtres et de les remplir plus aisément et avec moins de main-d'œuvre pour le transport du noir.

Nous avons admis l'emploi de 10 pour 100 de noir comme quantité moyenne. Les 2,272 kilogrammes de jus de chaque heure exigeront donc 227 kilogrammes de cette matière. En disposant les filtres de manière à faire passer le jus de l'un dans l'autre, ce qui est le plus rationnel, on établit cinq de ces appareils, dont trois sont en activité, un en chargement et le cinquième en dégraissage.

On règle la dimension des filtres d'après le temps pendant lequel on veut maintenir le jus en contact avec le noir et en se basant sur la nécessité de remplir les interstices du noir avec le jus. Un contact d'une heure au total présentant les meilleures

conditions moyennes, le jus ne restera que 20 minutes dans chaque filtre et l'écoulement sera réglé par le tiers de 2,272 kilogrammes, ou par 754 kilogrammes, c'est-à-dire par le produit en jus que l'on obtient en 20 minutes. Il faut, en pratique, un volume de jus égal aux 3/5 du volume du noir, pour remplir les interstices de celui-ci, et il s'ensuit que, pour 754 kilogrammes de jus, on devra introduire dans chaque filtre 1256 kilogrammes de noir. Il suffira donc que le volume actif de chaque filtre soit de 1256 litres[1] et le débit, à la sortie du troisième filtre, devra être réglé à 754/20 = 37^{l},7 par minute pour la marche méthodique du travail.

Chaque filtre contenant 1256 kilogrammes de noir, en ne soumettant le jus qu'à l'action de 10 pour 100 de cette matière, cette quantité répond à 12,560 kilogrammes de jus, et ce liquide épuisera les propriétés du noir en 5 heures et demie. Il conviendra alors de procéder au dégraissage du premier filtre, qui sera remplacé dans la série par celui qui aura été mis en chargement. Le filtre suivant sera épuisé un peu plus tard, c'est-à-dire 1 heure 50 minutes après le premier, et ce laps de temps sera la limite à laquelle il conviendra de se borner pour toute la série.

8° **Concentration.** — Pour régler le matériel nécessaire à la concentration, il faut d'abord préciser la quantité de liquide à traiter afin d'en déduire la proportion d'eau à vaporiser par heure. On a dans notre donnée :

2,272 kilogrammes de jus atténué, représentant 80 pour 100 de jus normal, à 10 pour 100 de richesse et renfermant 11 pour 100 de matières dissoutes.

Ces 2,272 kilogrammes contiennent donc 454^{k},40 d'eau d'atténuation, et 1817^{k},60 de jus normal qui renferme 199^{k},94 de matière dissoute. La concentration devant amener cette matière à rester avec un poids égal d'eau, c'est-à-dire la porter à 50 pour 100 de richesse, le résultat en sirop faible sera de 199^{k},94 $\times$ 2 = 399^{k},88, et la quantité d'eau à évaporer sera de 2,272 — 399,88 = 1872^{k}, 12.

L'eau de dégraissage des filtres étant du double du poids du noir pour la portion soumise à la concentration, la quantité de

1. V. t. II, p. 568.

cette eau s'élève à 5,000 $\times$ 2 = 10,000 kilogrammes par 22 heures, ou 454 kilogrammes par heure. Comme il a été tenu compte de l'eau ajoutée à la râpe, sous le titre d'eau d'atténuation, et comme le dégraissage des filtres à sirop s'opère par les jus, la proportion d'eau à vaporiser par heure s'élève à 2,326 kilogrammes, que l'on peut porter à 2,800 kilogrammes pour parer à toutes les éventualités. Il vaut mieux, en effet, que les appareils puissent fournir à un travail supérieur aux prévisions que de rester en dessous de ces prévisions, même d'une très-faible quantité, et nous supposerons 2,800 kilogrammes de vaporisation par heure.

Avec les appareils à l'air libre et à serpentins, ces organes de transmission fournissant 60,000 calories par mètre carré et par heure, on a à transmettre 2,800 $\times$ 597 = 1,671,600 calories, la température initiale étant *supposée* de + 40° seulement. Le quotient de 1,671,600, par 60,000, est de 27,86, représentant le nombre de mètres de surface qu'il convient de donner aux serpentins. Or, des serpentins de $0^{m},03$ de diamètre, fournissant une surface de $9^{dcq},42$ par mètre courant, il faudra 295 mètres de serpentin pour obtenir la surface demandée. D'après les observations faites que les serpentins d'une longueur supérieure à 30 mètres produisent moins d'effet utile, il sera bon de s'arrêter à cette limite pour chaque tube, et il est évident que le nombre des chaudières à établir dépendra de la longueur de serpentin que l'on pourra y introduire en conservant quelque facilité pour le nettoyage.

En tout cas, dans un appareil à air libre, on ne peut guère placer que deux tronçons de serpentins et il faudrait cinq chaudières pour produire en 1 heure la vaporisation de 3,000 kilogrammes. Il semble plus avantageux de remplacer ce matériel par deux concentrateurs analogues à celui dont la description est donnée dans l'étude de la sucrerie agricole[1], la concentration devenant tout à fait automatique et pouvant se faire avec la vapeur directe ou la vapeur détendue surchauffée.

Si l'on se sert d'un appareil à simple effet fonctionnant à l'aide du vide, cet appareil peut vaporiser aisément 135 kilogrammes d'eau par mètre carré de surface de chauffe et par heure. Il en résulte que la surface de chauffe est réduite à

1. V. plus loin.

22mq,22 et que le développement des serpentins est de 22,22 : 0,0942 = 235m,9. Dans cette condition, il faut annexer à l'appareil une pompe à air qui soit assez puissante pour aspirer 3,000 litres par minute, c'est-à-dire 60 litres pour 1,000 kilogrammes de racines traitées par jour, ou 50 × 60 = 3,000, et cette indication résulte de l'observation pratique des faits. Il vaudrait mieux, cependant, augmenter encore la puissance de la pompe et la construire dans des dimensions telles qu'elle pût aspirer 4,500 litres par minute, afin d'augmenter le vide par la soustraction plus complète de la vapeur et de hâter encore la concentration par l'effet de cette circonstance.

On conçoit que, dans l'emploi des appareils à double effet, la surface des serpentins et, par conséquent, leur longueur, devrait être doublée; elle serait triplée dans les chaudières à triple effet. Cette remarque incidente conduit à constater que l'installation de ces chaudières est naturellement plus coûteuse, mais les résultats économiques n'en sont pas moins préférables, puisque, dans ce cas, on se sert de la vapeur détendue des machines comme agent de calorification. Il y a cependant une observation à faire à cet égard, et les appareils à simple effet, à l'air libre ou dans le vide, peuvent également se servir de la vapeur détendue avec grand avantage, pourvu que cette vapeur ait été surchauffée comme il a été indiqué précédemment.

Bien que nous n'ayons pas en vue ces appareils dans la présente étude, au moins pour la concentration, nous devons ajouter encore que, de la puissance de la pompe à air dépend la rapidité du travail, comme il a déjà été observé au sujet de l'appareil à simple effet. On ne devrait pas hésiter, dans le cas où l'on adopterait ces engins, à porter la puissance de la pompe à 5,000 litres par minute, afin de profiter, en réalité, des avantages théoriques présentés par l'application du vide.

9° **Filtration des sirops.** — La concentration fournit par heure 399k,88, où 400 kilogrammes de sirop à 50 pour 100, et la pratique sucrière ordinaire exige que ces sirops subissent une nouvelle action du noir. Nous persistons à penser qu'il est économique de faire passer les sirops sur les filtres neufs destinés aux jus, sauf à ajouter un filtre de plus au nombre indiqué précédemment (t. II, p. 571). Sans doute, les partisans des filtres spéciaux pour le sirop allèguent en faveur de leur idée une foule

de raisons, mais nous avouons qu'elles ne nous ont pas convaincu. On peut faire des filtres plus petits, n'employer que la quantité strictement nécessaire de noir, relativement à la proportion du sirop que l'on peut laisser séjourner une heure en contact, mais tout cela n'ôte rien à la nécessité du dégraissage ni à la perte qui en résulte et à la dépense supplémentaire de combustible, Au contraire, comme dans l'organisation de la filtration des jus, un filtre neuf est rechargé toutes les 110 minutes, rien n'est plus simple que de faire passer 734 kilogrammes de sirop sur le noir de ce filtre en attendant que le précédent soit épuisé. Il y aura au moins une heure d'action, après laquelle le sirop, déplacé par le jus, pourrait être envoyé à la cuite. Tout peut se concilier par cette marche, et c'est à peine s'il serait nécessaire d'augmenter d'un vingtième le volume des filtres et leur contenance en noir.

L'économie que nous conseillons est assez sensible et il faut bien s'en rendre compte pour ne pas voir ici une idée de parti pris. On aura, par jour, 8,800 kilogrammes environ de sirop pour lesquels on emploiera 880 kilogrammes de noir neuf, à 10 pour 100 du sirop, au moins. Le dégraissage s'élèvera au moins au triple du poids du noir, en eaux utilisables, ce qui n'empêchera pas une partie du sucre d'être perdue, et l'on devra vaporiser inutilement 2,640 kilogrammes d'eau, par la dépense de près de 400 kilogrammes de combustible. Que l'on ajoute à cela la perte en sucre, la main-d'œuvre, la dépense d'installation et de noir, et l'on comprendra que nous soyons peu partisan de cette disposition.

10° **Cuite.** — Que l'on fasse la cuite à l'air libre ou par le vide, les conditions normales du problème sont identiques. On doit terminer la concentration de 8,800 kilogrammes de sirop à 50 pour 100, contenant 4,400 kilogrammes de matières dissoutes et autant d'eau. En conduisant la cuite à 10 pour 100 d'eau seulement, on doit obtenir 4,840 kilogrammes de masse cuite, par la vaporisation de 3,960 kilogrammes d'eau, ce qui constituerait un rendement de 9,68 pour 100 en masse cuite, relativement aux betteraves à 10 pour 100. On a donc, en supposant un travail de 12 heures pour la cuite, afin de permettre les reprises quand on agit à l'air libre, 330 kilogrammes d'eau à vaporiser par heure. En comptant la masse suivant

sa composition et en profitant, pour le calcul, de la différence de chaleur spécifique du sucre, on pourrait diminuer ce chiffre d'un quart, en sorte que la donnée suivante fournit une application très-large. Les 330 kilogrammes pris à la température initiale de + 20° représentent 330 × 617 = 203,610 calories et, comme les serpentins transmettent 60,000 calories par mètre carré et par heure, on voit qu'il faudra 203,610 : 60,000 = 3mq,393 de surface de chauffe pour porter à la cuite 733 kilogrammes de sirop et obtenir en une heure 403 kil. de masse à 10 pour 100 d'eau.

On conçoit très-bien, dans le cas de la cuite à l'air libre, l'emploi d'une chaudière de Pecqueur ou de Dubrunfaut, ou, encore, d'une chaudière de Wetzell transformée. Il ne faudra introduire dans la chaudière que 36 à 38 mètres de serpentin de 0m,03 de diamètre et l'on sera placé dans les meilleurs conditions possibles pour ce qu'on a à exécuter. Dans tous les cas, l'installation de la cuite est peu gênante et peu onéreuse.

Si l'on adopte l'emploi de l'appareil à basse pression, il sera bon de compter sur la même surface de chauffe et de se régler, pour les dimensions de la pompe d'aspiration, sur ce qui a été dit précédemment. Nous avons vu que la pompe, pour l'appareil d'évaporation à simple effet, doit aspirer 4,500 litres par minute pour suffire à la vaporisation de 2,800 litres par heure, ou 46l,67 par minute. On tient compte, évidemment, de la condensation de la plus grande partie de cette vapeur, puisque, si si l'on n'avait affaire qu'à de la vapeur, il faudrait aspirer près de 80 mètres cubes dans le même temps.

La cuite ne vaporisant que 330 kilogrammes d'eau par heure ou 5k,50 par minute, la pompe ne devrait aspirer, *théoriquement*, que 524l,54 par minute pour fournir au travail; mais, comme il importe d'abaisser autant que possible la température, il vaut mieux employer une pompe plus forte, qui puisse aspirer facilement 900 litres à 1,000 litres par minute.

En ce qui concerne la capacité d'une chaudière à basse pression, destinée à la cuite, c'est-à-dire à simple effet, beaucoup de fabricants les font construire trop grandes, dans le but de ne faire que deux cuites par jour. Il faut observer que les relations chimiques avec la température sont proportionnelles et que, si le séjour trop prolongé d'une solution sucrée entre + 100° et + 110°, à l'air libre, peut intervertir du sucre, ou plutôt, le surhydrater, de même, l'action trop longue d'une

température de + 60° à + 65°, dans le vide, produit un effet similaire. Il vaut donc mieux faire quatre cuites, de manière à ne faire durer chaque opération que quatre heures, et cette règle est admise par les bons observateurs.

La chaudière doit donc contenir le quart de la masse cuite, soit le quart de 4,840 ou 1,210 kilogrammes, soit 1,225 kilogrammes, qui représentent environ 825 litres à la densité de 1,48. Il conviendra de doubler ce volume pour tenir compte de l'eau du sirop faible, de la place à laisser à l'augmentation due au calorique et à l'expansion des vapeurs, en sorte que la capacité totale de l'appareil doit être de 1650 à 1700 litres, en admettant rationnellement quatre cuites.

Il est nécessaire de prévoir la recuite des sirops d'égout. Or, dans notre exemple, ces sirops s'élèveront au poids de 1,936 kilogrammes environ, composés de 1,452 kilogrammes de sirop proprement dit, sucre et autres matières solubles, avec 484 kilogrammes d'eau. Si l'on agit à l'air libre, comme la cuite des premiers jets ne réclame que 12 heures, il sera possible d'employer la chaudière à cuire pour cet usage et, comme cette chaudière peut vaporiser 330 kilogrammes d'eau par heure, il est facile de calculer le temps nécessaire à l'opération. Les 1,452 kilogrammes de matière réelle devant conserver 10 pour 100 d'eau après la recuite, la masse de 1,936 kilogrammes sera réduite à 1,597k,2 par la vaporisation de 338k,8 d'eau, et il faudra 1 heure ou 1 heure 1/4 environ pour amener ce résultat, en sorte que la même chaudière peut servir à la reprise des sirops de second jet si l'on veut traiter ces sirops pour troisièmes produits.

Dans le cas où l'on fait la cuite dans l'appareil à basse pression, bien que les sirops d'égout de premier et de second jets puissent être recuits dans cette chaudière, il semble plus avantageux de disposer une chaudière spéciale pour le travail de ces produits, afin de réserver l'appareil pour le traitement des sirops de cuite ou des premiers produits. Cette chaudière pourra être établie avec 1 mètre de surface de serpentin seulement, de manière à produire la cuite des sirops d'égout de premier jet en 3 heures 1/2, et à pouvoir traiter facilement les produits inférieurs.

11° **Cristallisation et purge.** — On cuit en grains ou

en sirop. La dimension et le nombre des bacs à cristalliser varie selon que l'on adopte l'un ou l'autre de ces modes.

Dans le cas de la cuite en grains, comme la cristallisation des premiers jets n'a qu'à se compléter dans les bacs et que ce travail se termine, au plus tard, en un jour, il suffira de quatre bacs de 1,800 litres, dont deux seront en remplissage pendant qu'on turbinera les produits de la veille.

Si, au contraire, on cuit en sirop, la cristallisation demande 5 jours et il faut pouvoir loger le produit de ce laps de temps qui est de $3{,}270 \times 5 = 16{,}350$ litres. On devra prévoir 8 bacs de 18 hectolitres et 2 de même dimension, supplémentaires, pour servir au remplissage et pour que l'on soit toujours en mesure de suffire aux exigences de l'opération. Comme la purge de cette première cristallisation fournit, avec un bon travail, 60 pour 100 de sucre et 40 de sirop d'égout environ, on obtient tous les jours 1,936 kilogrammes de ce sirop de premier égout, lequel se réduit par la cuite à 1,597^{k},2 ou 1,079 litres à 1,48 de densité. Cette nouvelle masse cristallisant en 10 jours, il sera nécessaire de disposer 11 ou 12 bacs de 1,100 litres pour la cristallisation.

Enfin, comme ces sirops ne rendent que 30 pour 100 en sucre, il reste, après la purge, 1,118^{k},04 de sirop de deuxième égout qu'il est plus avantageux de distiller. En effet, la cristallisation des troisièmes jets de betterave demandant de 4 à 5 mois, il semble peu utile de prolonger une portion du travail, après la campagne active, pour attendre le produit assez faible de cette reprise. En tout cas, si l'on voulait faire des bas produits, on aurait à établir des bacs de cristallisation pour ce travail. Les 1,118^{k},04 de sirop de second égout contiennent 159^{k},72 d'eau et devront être réduits à 1,034^{k},15 par la recuite, en perdant 53^{k},89 d'eau, en sorte que le volume de ces sirops sera, par jour, de 712 litres environ ou de 85,464 litres pour la campagne, ce qui revient à 126,487 kilogrammes, pour lesquels il faudra prévoir environ 90 mètres cubes de bacs. Sans parler de l'encombrement causé par ce matériel ni du temps dépensé, il nous semble que les frais d'installation et ceux de traitement ne sont pas compensés en sucrerie de betteraves par l'abondance et la qualité des produits, et nous aimerions mieux liquider à mesure la situation en livrant tous les jours à la distillation les 1,118^{k},04 de deuxième égout. Dans ce cas, il y

aurait à installer une petite distillerie pouvant traiter une centaine d'hectolitres de liquide par jour, en se conformant, bien entendu, aux règlements fiscaux sur la matière.

Ajoutons que, pour la canne à sucre, on ne peut raisonner de la même façon, parce que la richesse des vesous permet de faire des troisièmes produits avec autant de rapidité que les seconds de betterave. Il en résulte que ce qui vient d'être dit pour les troisièmes produits de la racine indigène s'appliquerait aux quatrièmes produits de la canne, qu'il nous paraît préférable de livrer à la distillation.

En résumant la situation, on trouve que, lorsque l'extraction du sucre contenu dans les sirops ou les masses est en train, on a à purger tous les jours 4 840 kilogrammes de masse de premier jet et 1 597k,2 de masse de second jet, soit au total 6437k,2, devant rendre 2 904 kilogrammes de sucre de premier jet et 479k,16 de sucre de second jet, ou, en tout, 3 383 kilogrammes. Comme une opération entière de turbinage, chargement, égouttage, blanchiment et déchargement compris, dure quarante-cinq minutes et que l'on peut charger 75 kilogrammes de masse cuite dans les turbines de 0m,80, il en résulte que l'on peut faire trente-deux opérations par vingt-quatre heures et traiter, avec une seule turbine, 2 400 kilogrammes de masse. Il faudrait donc installer deux très-grandes turbines pour arriver très-strictement à opérer la purge du produit. Cela serait suffisant, à la rigueur, pour l'obtention de produits bruns non claircés, qui se traitent facilement en trente minutes; mais lorsqu'on veut obtenir des sucres de plus haute nuance, il convient d'en disposer trois, si l'on adopte le diamètre de 80 centimètres, ou quatre plus petites (0m,75), celles-ci ne pouvant recevoir un chargement aussi considérable.

Il ne faut pas oublier non plus d'établir un mélangeur mécanique, pour diviser la masse et la mélanger avec du sirop à 42° Baumé, afin de la préparer à subir plus complétement l'action de la turbine.

A côté de ces derniers instruments on installe un monte-sacs, afin de faire parvenir les sacs de sucre au magasin servant d'étuve qui est placé au-dessus de la purgerie. Cette disposition permet à l'ouvrier chargé du turbinage de hisser les sacs par le tracas du plancher à l'aide d'une corde à poulies, et de ne laisser aucun encombrement autour des appareils.

Observations. — L'installation proprement dite d'une sucrerie travaillant par la méthode ordinaire se borne essentiellement à ce qui vient d'être exposé et nous pensons avoir mis assez de clarté et de précision dans nos indications pour que les fabricants puissent se guider à travers les prétentions des constructeurs et imposer des bornes salutaires aux fantaisies inutiles. On comprend, d'ailleurs, qu'il soit très-facile de modifier ce plan général d'installation, selon la méthode que l'on désire employer, en s'appuyant sur les mêmes bases et en faisant seulement les changements ou les additions d'outillage convenables. La prudence et la sagacité du lecteur suppléeront à des détails dans lesquels nous ne pourrions entrer sans inconvénient pour le plan de notre ouvrage.

Nous ne pouvons, cependant, passer complétement sous silence certaines dispositions relatives au chauffage de l'empli et à l'étuvage des sucres, ainsi qu'à l'installation du laveur pour le noir et du four à revivifier ce produit. Nous ajoutons donc quelques données sommaires sur ces points, pour compléter ce chapitre, avant de passer à l'étude des frais et dépenses qui servent à asseoir le prix de revient des principales opérations de la sucrerie.

Chauffage de l'empli et étuvage. — Il ne semble pas qu'il soit jamais indispensable de chauffer l'empli ou de pratiquer la dessiccation des sucres bruts à l'aide d'une dépense spéciale de combustible. Cette disposition coûteuse ne serait admissible que pour le moment où, la campagne étant terminée, on veut achever le traitement des bas produits. Comme, d'ailleurs, il est nécessaire de maintenir dans l'empli et la purgerie une température suffisante pour favoriser la formation des cristaux de sucre et maintenir une certaine fluidité des masses, on peut emprunter aisément le calorique nécessaire aux chaleurs perdues qui se dégagent des foyers des générateurs, et cette idée, dont nous avons toujours recommandé l'application, est reconnue comme éminemment pratique par tous les spécialistes qui se sont occupés d'industrie. On sait que les trois-dixièmes au moins de la chaleur dégagée par le combustible se perdent inutilement dans l'atmosphère, en sorte que la température des gaz produits par la combustion est au moins de 300 degrés, dans la moyenne des circon-

stances. Si l'on admet que le tirage ait besoin d'être activé par une température de + 120° à + 130°, de 250° même, si l'on veut, il n'en est pas moins exact de dire qu'il se perd une quantité constante de chaleur représentée par 150 degrés du thermomètre, ou par une centaine de degrés dans les circonstances les plus défavorables. C'est cette source de chaleur qu'il convient d'utiliser, pour le chauffage de l'empli et pour l'étuvage des produits. Sans rien déranger aux carneaux de conduite, il suffit de pratiquer à la sortie des foyers et en avant de l'entrée des carneaux une *chambre de chaleur* en briques, à parois épaisses, dans laquelle on établit une série de tuyaux de fonte, reliés en U et bien joints au mastic de fer. Une extrémité de ce système communique avec l'air extérieur qui est aspiré au dehors du massif de la chambre et l'autre se relie avec des tubes de conduite qui traversent l'empli pour se rendre ensuite au magasin servant d'étuve. On comprend, d'ailleurs, que ces tubes peuvent être disposés verticalement ou horizontalement, mais que, dans toutes circonstances, la somme des vides doit être *au moins* égale à la section du carneau d'appel. Par ce dispositif, il nous paraît qu'on doit mieux répondre au but, et l'expérience nous a démontré que le chauffage se fait, par ce moyen, à un degré aussi élevé qu'il est nécessaire, sans rien modifier au tirage. Il y a plus encore et, par ce moyen simple d'une maçonnerie en briques pour concentrer les chaleurs perdues, on recueille en partie le calorique qui aurait été employé inutilement à échauffer les parois du carneau et la température des gaz expulsés n'est diminuée que de fort peu de chose.

Beaucoup de fabricants se contentent de laisser leurs sucres dans un grenier, sans étuvage réel, la dessiccation se faisant seulement par l'action de l'air ambiant, dont on favorise autant que possible le renouvellement. Il va de soi qu'il vaut mieux hâter cette dessiccation par l'échauffement de l'air et par le renouvellement des surfaces.

Lavage du noir et revivification. — En engageant le lecteur à se reporter aux observations déjà faites sur ce sujet (tome II, pages 34 et suiv.), nous conseillerons l'installation d'une simple vis d'Archimède pour le lavage du noir. Cet instrument fonctionne très-bien, très-rapidement, et four-

nit aisément la quantité de noir dont on a besoin. Il est à peine nécessaire d'ajouter que l'acidulation du noir, quand on la pratique, peut très-bien s'opérer dans de simples cuviers, à portée de l'instrument de lavage.

La revivification du noir dépend, au point de vue de l'installation, du produit des tubes de calcination et de la quantité qu'on emploie. En se basant sur le chiffre de 10 pour 100, indiqué dans les calculs précédents, on peut n'installer qu'un très-petit four si les tubes sont disposés pour fournir 12 à 15 kilogrammes de produit par heure, et il est facile d'augmenter les dimensions des tubes de manière à leur faire produire le maximum. Avec le chiffre de 12 kilogrammes, chaque tube produisant 288 kilogrammes par jour, le four doit tenir dix-sept tubes; le four Blaise, avec des tubes plus étroits, donnant 8 kilogrammes par heure, doit en contenir vingt-cinq. On comprend que, si l'on emploie le double de noir, il faudra, nécessairement, doubler le nombre des tubes de calcination ou en augmenter la production. D'un autre côté, la plate-forme qui sert à sécher le noir avant son introduction dans les tubes, doit présenter une surface de $1^{mq},60$ par 1000 kilogrammes de noir à employer.

CHAPITRE II.

Prix de revient des principales opérations de la sucrerie.

On apprécie mal, le plus souvent, les conditions pratiques dans lesquelles on doit se placer pour établir le coût de la matière traitée dans les différents travaux de la sucrerie. Les uns, poussés par une vanité sans cause, semblent vouloir exagérer leurs bénéfices, au moins *pour les yeux de la galerie*, et dressent des comptes par à peu près, dans lesquels ils négligent de faire entrer la totalité des dépenses. D'autres sont conduits au même résultat par le désir de faire valoir outre mesure tel procédé dont ils sont enthousiastes. On rencontre des fabricants qui font tout le contraire et qui veulent absolument passer pour ne rien gagner. Ils dressent des comptes fantaisistes, dans lesquels

ils font entrer des dépenses qui n'en sont pas ou d'autres qui ne sont pas justifiées. On en voit qui veulent absolument faire supporter à la fabrication l'*amortissement de leur capital*, c'est-à-dire porter un *bénéfice* en *dépense*. Les habiles, surtout dans les fabriques dirigées par des mercenaires, trouvent, dans le chapitre des *frais généraux*, une mine féconde pour eux, mais désastreuse pour l'opération. Nous avons vu porter en ligne de compte les *dépenses de la maison*, les frais d'entretien de la famille, etc. Le prix de revient du sucre, dans ses détails, n'a rien à démêler avec tout cela, et c'est sur le bénéfice seulement que le fabricant doit pourvoir à ces dépenses, dans lesquelles l'observateur n'a pas à s'immiscer. Il est clair encore que tel ou tel fabricant peut élever les appointements de ses employés, le salaire de ses ouvriers, etc., et porter ainsi le prix de revient de son produit à un taux plus élevé, sans qu'on ait à le blâmer; mais il ne convient pas de rien conclure de ces faits, ni d'en déduire un prix de revient moyen, par lequel on induirait en erreur les gens sensés qui veulent se livrer à l'industrie sucrière. Nous chercherons donc, dans cette étude, à nous tenir en garde contre toute exagération, dans un sens ou dans l'autre, et à maintenir nos appréciations dans les conditions d'une moyenne acceptable.

I. — Prix de revient du jus.

On sait que le jus est produit par différentes méthodes et à l'aide d'appareils très-divers. Cependant la pratique industrielle d'Europe se borne à peu près exclusivement à l'extraction par pression simple, double ou continue, par macération des cossettes fraîches ou sèches ou par diffusion. Ces différents modes de travail doivent donc appeler l'attention des hommes de pratique, et il est utile de rechercher quel est le chiffre du prix de revient du jus aux 100 kilogrammes par l'une ou par l'autre des méthodes adoptées. C'est de cet examen comparatif que doit dépendre, rationnellement, le choix du système à suivre, puisque les 100 kilogrammes de jus coûtent d'autant moins, à valeur égale de la matière première, que l'extraction est plus complète, la main-d'œuvre moins chère, le matériel plus simple et moins coûteux, et la dépense en combustible d'une importance plus faible.

Prix de revient du jus par pression. — Il a été dit (t. II, p. 491) que la surface de râpe nécessaire pour diviser 1,000 kil. de racines en pulpe fine est de 70 à 75 décimètres carrés par 650 tours, ce qui conduit à un développement de 27,300 mètres.....

Ceci n'est vrai qu'avec le système des poussoirs et sous une pression déterminée. Il est bien évident que cette surface serait exagérée si les poussoirs exerçaient une *action continue* ou, plutôt, s'ils étaient remplacés par un entraîneur analogue à celui de Klusemann, ou à celui que nous avons adapté à notre râpe destinée à la sucrerie agricole. La différence est facile à apprécier, puisqu'il suffit d'évaluer l'action des poussoirs pour établir une comparaison.

Ces organes fournissent cinq coups par minute. Il en résulte qu'ils emploient douze secondes pour effectuer le trajet total de leur course, aller et retour. La pression exercée par les poussoirs ne pouvant agir qu'à l'aller, il ne convient de tenir compte de leur travail que pour la moitié du temps, en sorte qu'ils n'exercent la pression des racines sur la surface râpante que pendant 30/60 du temps. Un entraîneur continu n'aura donc besoin, *théoriquement*, que de la moitié du temps pour exercer une action égale à celle des poussoirs, et l'on peut en inférer que la surface de la râpe peut être réduite de moitié par l'adoption de cette disposition. L'expérience directe a confirmé ce résultat technique.

D'autre part, il a été constaté qu'un entraîneur dépense beaucoup moins de force motrice que des poussoirs; mais cette dépense fût-elle égale, de ce que la surface râpante est diminuée de moitié dans les râpes à entraîneur, il en résulte que la résistance est moindre et que la dépense est diminuée proportionnellement. Ces observations devront être prises en considération pour l'appréciation, dans chaque cas particulier, des dépenses réelles de la râpe.

La force motrice dépensée à la râpe étant, dans l'industrie ordinaire, de 1 cheval-vapeur pour 450 kil. de racines à diviser, on peut en conclure que, pour un traitement journalier de 50,000 kilogrammes de racines, *par 22 heures*, on aura besoin d'une force motrice de 5 chevaux (5,057). Or, cette force, à raison de 5 kilogrammes de charbon par cheval et par heure, correspond à une dépense de 555 kilogrammes de

charbon par jour, ou de 66 tonnes 66 pour une campagne de 120 jours.

Le prix du charbon est très-variable, selon une foule de circonstances. La valeur exagérée qu'il a acquise dépendant de conditions transitoires, il ne semble pas que l'on ait à la prendre pour point de départ dans les calculs qui suivent. De même, le prix de 22 à 25 fr. la tonne, auquel la houille a été cotée à une certaine époque, ne paraît pas devoir être considéré comme suffisamment élevé. Pour rester dans la moyenne, à laquelle nos lecteurs pourront aisément ajouter la différence relative aux modifications des prix courants, nous adopterons la valeur de 36 fr. aux 1,000 kil., qui a été également prise pour point de départ par Walkhoff.

Dans la fabrication habituelle, on ajoute 20 à 25 pour 100 d'*eau à la râpe*. Il est bon de dire ici que cette addition se fait assez arbitrairement en pratique, et que la proportion d'eau introduite s'élève, le plus souvent, vers 30 pour 100 en moyenne. Nous nous baserons, cependant, sur le chiffre de 25 pour 100, considéré comme chiffre fixe pour le calcul de la dépense de vaporisation à la concentration.

Walkhoff établit un compte du prix de revient du jus, dans lequel il nous semble avoir apporté une attention scrupuleuse; mais, comme ce compte a été dressé spécialement pour l'Allemagne, il y a lieu d'en modifier les données pour pouvoir l'appliquer à la France. En voici les éléments, relativement à une fabrique opérant sur 50,000 kil. de racines par jour pendant une campagne de 120 jours.

Système de la pression simple. Matériel.

1° Machine à vapeur		5,800f
2° Râpe complète et transmission		4,500
3° Quatre presses hydrauliques, suivant détail :		
Prix d'une presse de 6,000 kil. avec tables à ensachement, rigoles et claies	4,000f	
Pompe pour le service de la presse	1,000	
Tuyauterie, robinetterie et pose	800	
Pour une presse	5,800	
Pour les quatre presses nécessaires, chacune pressant 12,500 kil. par jour		23,200
Total		33,500

Frais pour la campagne. — Il doit être tenu compte de ce fait que, par erreur sans doute, l'auteur allemand compte parmi les frais l'amortissement du capital d'installation. Nous avons fait observer, un grand nombre de fois et à plusieurs personnes, que l'amortissement d'un capital est un *consolidé*, une *économie*, et qu'il ne doit pas, équitablement, être porté dans le compte des frais.

1° Intérêt et amortissement du capital d'installation à 10 %.		3,350f
2° Réparation et entretien ; réparations des machines, 700 fr. remplacement de sacs, à raison de 1 sac neuf pour 4,000 k. de racines, soit 1,500 sacs pour 6,000,000 kil. en 120 jours, soit, en tout		7,200
3° Combustible. A raison de 5 kil. par cheval et par heure, la machine (9 chevaux) consomme en 22 heures environ 1,000 kil. de houille, soit, pour la campagne, 120 tonnes à 36 fr.		4,320
4° Achat des racines, 6,000,000 de kil. à 24 fr. les 1000 k.		144,000
5° *Main-d'œuvre.*		
a. Transport des racines du silo à l'usine, lavage; 14 ouvriers par équipe, ou 28 ouvriers par jour. Pour la campagne, 3,360 journées à 1 fr. 20 c	4,032f	
b. Aux presses, 28 ouvriers par équipe, ou 56 par jour, soit, pour 120 jours, 6,720 journées à 1 fr. 20 c.	8,064	13,536
c. Lavage des sacs, enlèvement de la pulpe ; 8 femmes ou enfants par équipe ou 16 par jour, ce qui produit, pour 120 jours, 1,920 journées à 0 fr. 75 c.	1,440	
Total		172,406

En admettant le rendement moyen en jus de 80 à 81 pour 100, on obtient un chiffre total de 4,800,000 à 4,850,000 kil., et le prix de revient des 100 kil. de jus se trouve établi vers 3f,55 aux 100 kil.

Système de la double pression. Matériel.

A ajouter à la dépense ci-dessus indiquée, pour le système de la simple pression, de	33,500f
1° Une râpe pour la division de la pulpe	3,500
2° Plus-value de la machine qui doit avoir une force plus grande de 2 chevaux-vapeur environ	1,500
Total	38,500

Frais pour la campagne de 120 jours.

1° Intérêts et amortissement du capital d'installation, à 10 pour 100		3,850f
2° Réparations et entretien, remplacement des sacs, au lieu de 7,200 fr.		7,700
3° Combustible. Pour 11 chevaux-vapeur au lieu de 9, 1,200 kil. par jour ou, pour la campagne, 144 tonnes à 36 fr.		5,184
L'addition de 20 pour 100 d'eau à la pulpe avant la seconde pression, donne à évaporer 12,000 hectolitres d'eau, à raison de 1 kil. de houille pour 5 kil d'eau, ce qui produit une dépense de 2 tonnes par jour, ou, pour la campagne, de 240 tonnes à 36 fr.		8,640
4° Achat des racines		144,000
5° *Main-d'œuvre.*		
a. Transport et lavage	4,032f	15,552
b. Pression ; 35 ouvriers par équipe, ou 70 par jour, soit, pour la campagne, 8,400 journées, à 1 fr. 20 c.	10,080	
c. Lavage des sacs et enlèvement de la pulpe	1,440	
Total des frais pour l'extraction du jus		184,926

En supposant une augmentation réelle, en pratique, de 7 pour 100 sur le jus normal, on obtient 5,220,000 kil. de jus, ce qui porte le prix de revient des 100 kil. à 3 fr. 52.

En dehors d'autres observations qui viendront à leur place, nous devons dire que nous partageons l'opinion de Walkhoff, et que nous ne voyons nullement l'intérêt qui s'attache à la double pression ainsi conçue et n'apportant au fond qu'une différence insignifiante dans le prix de revient du jus.

On a vu que le spécialiste allemand a établi un dispositif qui rend la manœuvre de la presse hydraulique à peu près continue (t. II, p. 507), et nous avons considéré cette manière d'opérer comme très-ingénieuse et très-simple. Walkhoff établit le prix de revient du jus, obtenu par ce système, dans des conditions comparatives qu'il est utile de mettre sous les yeux du lecteur.

Système de la presse continue de Walkhoff. — Matériel.

1° Machine à vapeur	7,000f
2° Râpe	4,500
3° Trois presses avec tables spéciales	18,500
Total	30,000

Frais pour la campagne de 120 jours.

1° Intérêt et amortissement du capital d'installation, à 10 pour 100		3,000f
2° Réparations et entretien, remplacement de sacs		7,700
3° Combustible, comme par la double pression		5,184
4° Achat des racines		144,000
5° *Main-d'œuvre*... Walkhoff donne le détail suivant : Il ne lui faut, par équipe, pour le travail de sa presse continue, que 14 ouvriers, savoir : 2 pelleteurs, 4 ensacheurs, 2 presseurs, 2 déchargeurs, 4 aides pour vider les sacs et il établit son compte sur cette donnée.		
a. Transport et lavage	4,032f	9,504
b. Pression ; 14 ouvriers par équipe, ou 28 par jour, soit, par campagne, 3,360 journées à 1 fr. 20 c.	4,032	
c. Lavage des sacs et enlèvement de la pulpe	1,440	
Total des frais pour l'extraction du jus		169,388

En supposant un rendement en jus de 81 pour 100, égal à celui d'une très-bonne pression simple, on obtient 4,860,000 kilogrammes de jus ; les 100 kilogrammes reviennent à 3f,48, avec une économie de 0f,04 à 0f,07 sur les deux systèmes précédents.

Observations. — Il ne serait pas possible, pour la fabrication française, de prendre pour base certaines appréciations du spécialiste allemand. Ainsi, le prix moyen de la betterave, est, chez nous, de 20 fr. aux 1,000 kilogrammes. D'autre part, on ne trouverait pas d'ouvriers en leur offrant un salaire de 1f,20 par journée, et ce chiffre est beaucoup trop faible. Nos manœuvres reçoivent généralement 1f,75, et la journée d'un ouvrier est de 2 fr. à 2f,50, selon le travail auquel il est employé et son aptitude individuelle. Un chef d'équipe reçoit un salaire plus élevé. Il en est de même du chauffeur, du contremaître, etc. Tout cela ne doit pas être négligé. Walkhoff n'a pas tenu compte, en déduction, de la valeur des pulpes. En leur assignant une valeur vénale moyenne de 10 fr. aux 1,000 kilogrammes, on est très-rapproché de l'exactitude, si l'on se base sur une production moyenne de 20 pour 100 de pulpe et 80 de jus. Il est donc nécessaire de rétablir les comptes de prix de revient du jus par les différents systèmes dont il vient d'être

fait mention et en se rapportant aux observations qui viennent d'être faites, qu'il faut conformer aux faits moyens constatés en France.

Pression simple. Matériel. — On peut conserver le chiffre des frais d'installation, indiqué par Walkhoff, lequel est à peu près d'accord avec les prix que l'on obtient des constructeurs consciencieux. Il va sans dire que d'autres font payer le matériel beaucoup plus cher qu'il ne vaut, mais il est impossible de tenir note de certaines exigences ou de certaines faiblesses. On n'a pas à confondre l'exception avec la règle.

Cependant il convient de remarquer que, dans le matériel relatif à la pression, on devrait comprendre une part proportionnelle dans le coût du bâtiment, ce qui serait équitable. On devrait, en outre, ajouter au moins une portion des frais relatifs à l'extraction de l'eau nécessaire, qui se rattachent à l'établissement des puits, des pompes, des conduites et robinets, des réservoirs, une partie enfin, de tout cet attirail indispensable à la salle d'extraction, qui consomme, pour un travail de 50,000 kilogrammes, au moins 12^{mc},50 d'eau à la râpe, sans compter celle qui est nécessaire, ailleurs, pour les lavages des presses, des sacs, de l'outillage et pour les autres soins de propreté. Il y a, de ce chef, une dépense de vapeur égale, en moyenne, au transport de 20 mètres cubes d'eau, par 22 heures, portés à 10 mètres de hauteur. Cette dépense serait strictement de 1/3 de cheval, mais il faut compter sur une force de 1/2 cheval pour parer à toutes les éventualités.

Laissant donc de côté les frais de bâtiment, que chacun appréciera suivant les circonstances, on peut admettre que la part du matériel hydraulique, afférente à l'extraction du jus, est du quart au moins de la dépense totale qui n'est pas moindre de 7,000 fr. et qui est, exceptionnellement, beaucoup plus élevée, quand on doit établir des puits dans des conditions difficiles. Nous ajouterons donc 1,750 fr. au chiffre de 33,500 fr. admis par Walkhoff et la valeur du matériel d'installation sera portée à 35,250 fr.

Frais pour la campagne. — Si nous repoussons la pratique par laquelle on fait entrer l'amortissement du capital dans le chiffre des dépenses, nous ne portons pas moins à 10 pour 100 l'inté-

rêt de ce même capital à raison de l'*usure* du matériel qui ne peut être portée à moins de 4 pour 100 en dehors des réparations et de l'entretien. On a donc, en tenant bonne note de ces observations :

1° Intérêt du capital d'installation et usure du matériel, à 10 pour 100		3,525f
2° Réparations et entretien		7,200
3° Combustible, 120 tonnes à 36 fr.		4,320
4° Achat des racines, 6,000,000 de kilogrammes à 20 fr. pour 100 kil.		120,000
5° *Main-d'œuvre.*		
a. Transport des racines et lavage, par jour et pour les deux équipes; 2 charretiers à 1 fr. 75 c., 20 manœuvres à 1 fr. 50 et 6 femmes à 1 fr. En tout, 39 fr. 50 c. Il convient d'ajouter à ce chiffre la nourriture de 4 chevaux de trait, à 1 fr. au plus bas chiffre, et 1 fr. pour l'usure du matériel roulant. Il résulte de ces éléments une dépense journalière de 44 fr. 50 c. et, pour la campagne de 120 jours, un total de	5,340f	17,460
b. Aux presses; 56 ouvriers par jour, en deux équipes, à raison de 1 fr. 50 c. pour 54 ouvriers et de 2 fr. pour les deux chefs d'équipe; au total, 85 fr. et pour 120 jours	10,200	
c. Lavage des sacs et enlèvement des pulpes, 16 journées de femmes ou d'enfants à 1 fr., soit pour la campagne	1,920	
Total des frais pour l'extraction du jus		152,505
A déduire 1,200,000 kil. de pulpe à 10 fr. pour 100 kil.		12,000
Reste en dépense		140,505

Avec le rendement moyen de 80 pour 100 en jus normal, on obtient 4,800,000 kilogrammes de jus, dont le prix de revient aux 100 kilogrammes est de 2f,92. Les jus sont moins riches en France qu'en Allemagne, il est vrai; mais il ne s'agit pas ici de la richesse que l'on peut améliorer, il s'agit du coût de 100 kilogrammes de jus normal et l'on voit que, tout en ne négligeant pas les dépenses laissées de côté par Walkhoff, tout en payant les ouvriers plus cher, on arrive à un prix de revient plus avantageux en partant de racines à 20 fr. et en déduisant la valeur réelle de la pulpe.

Pression double. Matériel. — En ajoutant au matériel de la

pression simple une plus-value égale à celle indiquée par Walkhoff, soit 5,000 fr., on trouve que les frais d'installation s'élèvent à 40,250 fr. On tire de là les éléments du compte suivant:

Frais pour la campagne de 120 jours.

1° Intérêt du capital d'installation et usure du matériel, à 10 pour 100		4,025f
2° Réparations et entretien		7,700
3° Combustible, 144 tonnes à 36 fr.		5,184
En outre, pour la vaporisation de 20 pour 100 d'eau ajoutés à la pulpe avant la seconde pression, 240 tonnes à 36 fr.		8,640
4° Achat de racines		120,000
5° *Main-d'œuvre.*		
a. Transport et lavage, comme précédemment	5,340f	18,180
b. Pression; 70 ouvriers, dont 2 chefs d'équipe à 2 fr. et 68 à 1 fr. 50 c., ensemble, 91 fr. par jour, ou, pour la campagne.	10,920	
c. Lavage des sacs et enlèvement de la pulpe	1,920	
Total des frais pour l'extraction du jus		163,729
La proportion de pulpe est sensiblement la même, en sorte qu'il faut déduire 1,200,000 kilogrammes de ce résidu, à 10 pour 100		12,000
Reste en dépense		151,729

Le rendement en jus normal, par 87 pour 100, est de 5,220,000 kilogrammes dont le prix de revient est de 2f,91. On ne peut que constater une fois de plus que la différence de prix de revient, même avec cette appréciation, est de la plus minime importance.

Pression continue de Walkhoff. — Nous admettrons le chiffre du matériel établi par Walkhoff et nous ne l'augmenterons que de 1,750 fr. suivant l'indication de la page 317. On aura donc un matériel d'installation de 31,750 fr.

Frais pour la campagne de 120 jours.

1° Intérêt et usure du matériel, à 10 pour 100	3,175f
2° Réparations et entretien, etc.	7,700
A reporter	10,875

Report............		10,875
3° Combustible, comme ci-dessus..................		5,184
4° Achat des racines..........................		120,000
5° *Main-d'œuvre.*		
a. Transport et lavage des racines......	5,340[f]	13,620
b. Équipes : 28 ouvriers par jour, sur lesquels 2 à 2 fr. et 26 à 1 fr. 50 c. Ensemble, 53 fr. et, pour la campagne............	6,360	
c. Lavage des sacs et enlèvement de la pulpe...........................	1,920	
Total des frais pour l'extraction du jus....		149,679
A déduire, pulpe, une quantité à peu près égale (19 p. 100) 1,140,000 kilogrammes à 10 fr.................		11,400
Reste en dépense...........		138,279

Ce système rendant 81 pour 100 de jus normal, soit 4,860,000 kilogrammes, le prix de revient, aux 100 kilogrammes, est de 2[f],80 seulement, et ce résultat est dû simplement à la diminution de la main-d'œuvre.

Prix de revient du jus par les turbines. — En raisonnant les faits, on trouve que la turbine est un instrument de pression, et que le travail de cet appareil, pour l'extraction du jus, est assez imparfait pour que les panégyristes y trouvent ample matière à réflexion.

Si l'on admet avec Walkhoff qu'une turbine, chargée à 100 kilogrammes de pulpe, ne peut produire une opération d'extraction qu'en 20 minutes, il s'ensuit que chaque instrument ne peut traiter, en 20 heures, que 6,000 kilogrammes. Il faut alors employer 9 turbines pour extraire le jus de 50,000 kilogrammes de racines râpées.

Une turbine, avec ses accessoires, coûtant au moins 2,750 fr., on se trouve en présence d'éléments suffisants pour apprécier le prix de revient du jus par ce système.

Système des turbines. — Matériel.

1° Machine à vapeur de 18 chevaux, à 2 chevaux-vapeur par turbine.................................	7,500[f]
2° Râpe complète, avec tambours de rechange.........	4,000
3° Prix de 9 turbines et de leurs accessoires, 2,750 × 9 =	24,750
Total................	36,250

Frais pour la campagne de 120 jours.

1° Intérêt et amortissement du capital d'installation, à 10 pour 100		3,625f
2° Réparations, entretien, changement des garnitures, au moins		3,000
3° Combustible. Les 18 chevaux-vapeur, par 22 heures de travail effectif et 5 kil. de charbon par cheval, consomment 1,980 kil. de charbon de terre par jour, soit, pour la campagne, 238 tonnes à 36 fr.		8,568
L'addition de 30 pour 100 d'eau au turbinage donne à évaporer 1,800 tonnes d'eau, ce qui, à raison de 5 kil. par kilogramme de charbon, exige la dépense de 360 tonnes de charbon, à 36 fr.		13,960
4° Achat des racines		144,000
5° *Main-d'œuvre.*		
a. Transport et lavage	4,032f	6,912
b. Turbinage, 10 hommes par équipe, ou 20 hommes par jour, soit, pour la campagne, 2,400 journées, à 1 fr. 20 c.	2,880	
Total des frais d'extraction du jus		180,065

Par 80 p. 100 de jus normal extrait, on obtient 4,800,000 kilogrammes de jus qui reviennent à 3f,74 aux 100 kilogrammes[1].

Comme ce système requiert une quantité d'eau très-notable, l'augmentation du capital d'installation doit être portée à 2,200 fr. au lieu de 1,750 fr. On a donc, en ramenant les faits à la situation de la sucrerie française :

Frais pour la campagne de 120 jours.

1° Intérêt du capital d'installation et usure du matériel, à 10 pour 100		3,825f
2° Réparations, entretien, changement de garnitures		3,000
3° Combustible, au total, 598 tonnes, à 36 fr.		21,528
4° Achat de racines, 6,000,000 de kilogrammes à 20 fr. pour 100 kil.		120,000
5° *Main-d'œuvre.*		
a. Transport et lavage	5,340f	9,780
b. Turbinage; 20 hommes par jour, pour les deux équipes, soit, 2 à 2 fr. et 18 à 1 fr. 50 c. En tout, par jour, 37 fr. et, pour la campagne	4,440	
Total des frais pour l'extraction du jus		158,133

1. Le traducteur de Walkhoff a porté, par erreur, les 80 pour 100 de jus à 5,280,000 kilogrammes et le prix de revient des 1000 kilogrammes à 34 fr. 10 c.

Dont il convient de défalquer 25 pour 100 de pulpe très-humide, ne valant que 7f,50 aux 1000 kilogrammes, soit, pour 1,500,000 kilogrammes	11,250
Reste en dépense	146,883

Par un rendement de 80 pour 100 et 4,800 tonnes de jus ramené à la normale, le prix de revient, aux 100 kilogrammes, est de 3f,06. On doit en conclure que, toutes les circonstances générales restant semblables, cette méthode d'extraction est la plus coûteuse de celles qui ont été examinées jusqu'ici.

Prix de revient du jus par la macération. — On ne peut donner aujourd'hui de chiffres précis sur le prix de revient du jus obtenu par *macération simple*, par suite de l'absence presque complète de renseignements industriels. Tout ce que l'on peut dire, c'est que la macération exige moins de main-d'œuvre que les systèmes de pression les plus économiques et que, par conséquent le prix de revient du jus, par cette méthode, est moins élevé que par les presses.

Macération de la pulpe. Système de Schützenbach. — Par la méthode dite de Schützenbach, on a, d'après Walkhoff, les frais suivants pour l'extraction du jus.

Système de Schützenbach. Matériel pour 50,000 kilogrammes.

1° Machine à vapeur de 8 chevaux	5,000f
2° Râpe	4,500
3° Batterie de macération et accessoires	15,000
4° Une presse	5,000
Total	29,500

Frais pour la campagne de 120 jours.

1° Intérêt et amortissement du capital d'installation, à 10 pour 100	2,950f
2° Réparations, toiles métalliques, brosses, etc	3,000
3° Combustible. A raison de 880 kil. par jour, on a, pour la campagne, 105 tonnes à 36 fr.	5,780
L'addition de 35 pour 100 d'eau donne 21,000 hectolitres d'évaporation excédante, ce qui conduit à dépenser, en sus, 420 tonnes de charbon à 36 fr.	15,120
4° Achat de racines	144,000
A reporter	170,850

Report.		170,850
5° *Main-d'œuvre.*		
a. Transport et lavage.	4,032f	7,838
b. Par équipe, 12 ouvriers, ou 24 par jour. Pour la campagne 2,880 journées à 1 fr. 20 c.	3,456	
c. Lavage des toiles, etc.	350	
Total des frais d'extraction du jus. . . .		178,688

Comme on obtient, par ce système, 89 pour 100 de jus, soit 5,340 tonnes, le prix de revient des 100 kilogrammes de jus est de 3f,34.

Une grande quantité d'eau étant nécessaire dans ce système, on reste au-dessous de la vérité en portant à 2,500 fr., au lieu de 1,750 fr., l'augmentation des frais de matériel relative à l'extraction et à l'aménagement de ce liquide. Les dépenses d'installation doivent donc être portées à 32,000 fr., et le compte ci-dessus, appliqué à la France, doit être rectifié de la manière suivante.

Frais pour la campagne de 120 jours.

1° Intérêt et usure du matériel, à 10 pour 100.		3,200f
2° Réparations, toiles métalliques, brosses, etc.		3,000
3° Combustible, au total, 525 tonnes à 36 fr.		16,000
4° Achat des racines, 6,000,000 de kil. à 20 pour 100. . .		120,000
5° *Main-d'œuvre.*		
a. Transport et lavage.	5,340f	11,220
b. Macération et presse à résidus : 12 ouvriers par équipe, dont 1 à 2 fr. et 11 à 1 fr. 50 c., soit, pour les deux équipes, 37 fr., et pour la campagne.	4,440	
c. Lavage des toiles, etc., enlèvement des pulpes ; 12 journées de femmes pour les deux équipes, ou 1,440 journées à 1 fr., pour la campagne.	1,440	
Total des frais pour l'extraction du jus. . . .		156,320
On obtient à peu près autant de pulpe pressée que par les autres systèmes, soit 1,200,000 kil. ou 20 pour 100 ; mais cette pulpe ne présente pas la même valeur alimentaire que la pulpe ordinaire, et elle ne peut être évaluée au-dessus de 8 fr. les 1000 kil. On a donc à déduire du chiffre ci-dessus.		9,600
Reste en dépense.		146,720

Par un rendement de 89 pour 100 en jus normal, le prix de

revient, aux 100 kilogrammes, serait de 2f,75 pour une production de 5,340 tonnes, ramenée à la valeur normale, si toutefois le produit de 89 pour 100 n'est pas exagéré...

Macération des cossettes sèches. — On a considéré ce procédé comme impraticable en ce sens que, tout en ne donnant que des produits de qualité inférieure, il occasionne, en outre, une augmentation de dépense. Les idées de Walkhoff coïncident parfaitement avec les nôtres à cet égard, et les détails qu'il présente à l'appui de son opinion sont plutôt en deçà qu'au delà de la vérité exacte. Nous les reproduisons en les rectifiant dans ce qui nous a paru trop bénévole, et en ramenant les données à la situation générale de notre sucrerie indigène.

Les frais de dessiccation ne peuvent être portés au-dessous de 1f,10 par 100 kilogrammes de racines (t. II, p. 658), et le spécialiste allemand les élève à 1f,20, ce qui n'est pas exagéré. Il faut sécher 550 kilogrammes de cossettes fraîches pour obtenir 100 kilogrammes de matière sèche, c'est-à-dire qu'il faut évaporer 450 kilogrammes d'eau ou dépenser 90 kilogrammes de combustible... On a, d'après Walkhoff :

Main-d'œuvre	1f 75	= 6f 40.
Combustible	3 25	
Force motrice	0 40	
Réparations	0 25	
Frais divers	0 75	

Ce chiffre conduit à 1f,20 de dépense pour la dessiccation de 100 kilogrammes de cossettes fraîches, et en y ajoutant la valeur des racines, en France, soit 2 fr., on trouve que la dessiccation entraîne à 3f,20 de frais, non compris ceux de transport et de nettoyage, c'est-à-dire au prix de revient du jus extrait.

Le matériel, pour le traitement de 50,000 kilogrammes de racines par jour, atteint un prix d'installation de 72,000 fr. On pourrait presque établir toute une sucrerie agricole de la même importance pour une pareille somme. En recherchant avec plus de précision le prix de revient des 100 kilogrammes de jus, on trouve les éléments suivants :

1° Intérêt du capital d'installation et usure des appareils, à 10 pour 100	7,200f
2° Réparations, entretien, etc., *au moins*	1,800
A reporter	9,000

Report..........		9,000
3° Frais de dessiccation à 1 fr. 20 c. par 100 kil......		72,000
4° Combustible nécessaire pour porter l'eau de la batterie à + 75 en moyenne, en ramenant les proportions à 10,000 kil. de cossettes, pour des cuves de 60 hectolitres, *au moins* 1,200 kil. par jour, ou pour la campagne 144 tonnes à 36 fr.		5,184
5° Achat des racines.		120,000
6° *Main-d'œuvre.*		
a. Transport et nettoyage.......... ..	5,340f	6,600
b. A la macération, 6 ouvriers par jour, ou, par campagne, 720 journées à 1 fr. 75 c.	1,260	
Total des frais d'extraction du jus....		212,784

Le jus étant obtenu trois fois plus dense que le jus normal, il semble qu'il faille diminuer cette somme du combustible exigé par une autre méthode pour vaporiser 3,100 tonnes d'eau excédante; mais il suffit d'une observation bien simple pour que l'on comprenne la nécessité de laisser intacte la situation du système, comme elle vient d'être indiquée. En effet, dans les autres méthodes, la concentration à 18° B se fait par les chaleurs perdues et la vapeur détendue et elle ne coûte rien, en sorte qu'il n'y a pas lieu de faire, de ce chef, au procédé en question, une concession quelconque.

En admettant donc que l'extraction du jus par la méthode de la dessiccation des cossettes fournisse, comme Walkhoff l'admet *hypothétiquement*, les 95/96 du jus normal, on obtient 5,700,000 kilogrammes de jus; mais, à ce taux même, le prix de revient serait de plus de 3f,73 aux 100 kilogrammes.

Il convient d'ajouter que les résidus ne valent rien pour le bétail, puisqu'ils ont été chaulés à la macération, et que le seul usage qu'il soit convenable d'en faire est de les envoyer à la fosse aux engrais pour laquelle ils représentent à peine une valeur de 4 fr. aux 1,000 kilogrammes. Nous ne prendrons pas, en effet, la peine de discuter encore cette question et les théories allemandes les plus quintessenciées ne nous feront pas admettre que de la nourriture chaulée soit utile au bétail.

Système Robert : Diffusion. — Nous aurions été certainement un des premiers à féliciter M. Robert s'il avait créé quelque chose de nouveau et d'utile, ou si, faisant du *vieux neuf*, suivant l'expression d'un journal spécial, il avait trouvé

le moyen de diminuer le prix de revient du jus, d'en améliorer la qualité, etc. Rien de tout cela n'existe, malheureusement ; la diffusion n'a rien de neuf, sinon de la chaudronnerie ; elle ne fait pas mieux que les procédés compétiteurs, et le prix de revient du jus est au moins aussi élevé que par les autres méthodes.

D'après M. Schœttler, il faut 18 ouvriers pour 32,500 kilogrammes de betteraves à traiter par la diffusion. On peut, sans trop s'aventurer, dire qu'il en faudra 25 pour le traitement de 50,000 kilogrammes, bien que Walkhoff n'en compte que 15 par une condescendance un peu ironique. Or, les frais d'installation seraient seulement de 19,800 fr., ce que l'on trouvera au-dessous de la vérité pratique au moins pour la France. En voici le détail indiqué par l'auteur allemand :

1	Machine à diviser les betteraves..........	3,600 fr.
10	Diffuseurs de 1000 kil. à 72 fr. les 100 kil.	7,200
50	Soupapes en fonte....................	4,500
20	Robinets...........................	1,296
30	Tuyaux coudés......................	324
25	Tuyaux droits.......................	540
600	Écrous, boulons, etc.................	360
3	Chariots de transport................	1,260
	Total............	19,080 fr.

A ce chiffre on doit ajouter au moins 2,000 fr. pour l'agencement du service de l'eau, et il ne serait pas toujours facile de l'établir à ce prix. D'ailleurs, pour obtenir un chiffre de revient équitable, on doit le faire en adoptant les bases des comptes précédents pour 50,000 kilogrammes de racines par jour et 120 jours de campagne.

1° Intérêt du capital d'installation et usure des appareils, à 10 pour 100..................................	2,108f
2° Réparations, entretien, etc......................	1,440
3° Intérêt, usure et réparations de la presse à résidus....	1,260
4° Combustible. Pour la machine à vapeur, de 8 chevaux-vapeur, 88 tonnes à 36 fr........................	3,168
Pour réchauffer la pulpe à 50°, condition obligatoire du système, 90 tonnes de charbon à 36 fr...........	3,240
Évaporation de 40 pour 100 d'eau excédante, soit 2,400 tonnes, à 5 kil. de vaporisation par kilogramme de houille, 480 tonnes de charbon à 36 fr...........	17,280
A reporter............	28,496

Report..........		28,496
5° Achat des racines....................................		120,000
6° *Main-d'œuvre.*		
a. Transport et lavage................	5,340^f^	15,900
b. Macération; 25 ouvriers par équipe, soit, par jour, 50 ouvriers, dont 2 à 2 fr., et 48 à 1 fr. 50 c. En tout, par journée, 76 fr. et, pour la campagne..................	9,120	
c. Enlèvement des résidus, 4 ouvriers par équipe, ou 8 par jour, soit, pour la campagne, 960 journées à 1 fr. 50 c...............	1,440	
Total des frais d'extraction du jus....		164,396^f^

Ces détails, basés sur les indications de Schœttler et de Walkhoff, prêteront, sans doute, matière à observation; mais en acceptant ce chiffre, plus élevé que celui de l'auteur du *Rübenzucker fabrikant*, et en admettant un rendement de 90 pour 100 en jus normal, on trouve que le prix de revient du jus, aux 100 kil. et par 5,400 tonnes, est de 3^f^,04.

En défalquant du prix de revient total la valeur très-hypothétique des pulpes, ramenée à la normale habituelle de 20 pour 100 par un prix de 8^f^,50 aux 1,000 kil., on trouve à déduire une somme de 10,200 fr., et le chiffre de 154,196 fr. conduit encore à un prix de revient, aux 100 kil. de jus, de 2^f^,86. On peut voir, par le rapprochement avec les autres systèmes, que la diffusion n'a pas encore apporté le progrès à la sucrerie, et ce procédé, dont on a fait tant de bruit et tant d'éloges, fournit le jus à 6 c. plus cher que la presse continue de Walkhoff. Et cependant cette dernière application est encore un procédé de pression, et il faut qu'une méthode de macération soit bien mauvaise, ou que les frais aient été bien exagérés par le constructeur pour que l'on ne soit pas dans de meilleures conditions que par la meilleure des pressions.

Méthode spéciale de Walkhoff. Méthode mixte. — Par sa méthode mixte, Walkhoff ne porte les frais formant le prix de revient de 100 kil. de jus qu'à 3^f^,32, ce qui résulterait de l'élévation du rendement en jus normal (89 pour 100), du peu d'eau ajoutée à la pulpe à épuiser et du faible chiffre des dépenses d'installation..... Nous manquons absolument des éléments nécessaires pour contrôler et vérifier cette assertion; mais, dans tous les cas, en admettant que l'augmentation de 9 pour 100 en

jus soit constante, il est certain que, en ramenant la question aux bases qui ont été suivies pour les cas précédents, le prix de revient doit être assez avantageux.

Il est facile au lecteur d'en établir la discussion.

II. — Prix de revient de la purification du jus.

En continuant la recherche des frais occasionnés par le traitement sucrier de la betterave, en industrie, nous croyons devoir persister à comparer les prix donnés par Walkhoff avec ceux qui ressortent des éléments français, cette comparaison paraissant être le plus sûr moyen d'arriver à la vérité pratique. Après l'extraction du jus, on passe normalement à la défécation, qui repose sur des données assez faciles à apprécier.

Frais et dépenses de la défécation. — Le spécialiste allemand considère que 50,000 kil. de racines fournissent 50,000 kil. de jus, par 90 pour 100 de jus normal à 10 d'eau à la râpe, et ces 50,000 kil., devant être échauffés à + 95°,5, représentent une dépense de 4,775,000 calories. Or, 1 kil. de charbon ne produisant que les 7 dixièmes de l'effet théorique utile, cette quantité fournira 4,450 calories, et il faudra 1,070 kil. de charbon pour le travail. On aura, pour les dépenses de défécation, par 24 heures :

1° Combustible, 1,070 kil. à 36 fr. la tonne...........		38 fr. 52
2° Chaux, environ..................................		9 20
3° Entretien et réparations des chaudières, etc., environ..		20 00
4° *Main-d'œuvre.*		
a. A la défécation, 7 journées 1/4, à 1f 20 =	8f 70	16 50
b. Aux presses à écumes, 4 journées 1/2, à 1 fr. 20 c.......................... =	5 40	
c. Aux débourbeurs, 2 journées, à 1 fr. 20 =	2 40	
Total des frais de défécation.....		84 fr. 22

Cette somme, dans laquelle Walkhoff reconnaît qu'il conviendrait de faire entrer les frais d'éclairage et la perte du jus, évaluée entre 3,5 et 4 pour 100, conduit à une dépense de 1f,68 par 1,000 kil. de jus, ou 0f,168 aux 100 kil.

Voici comment il serait juste de rétablir ce compte, en bornant la dépense de calorique à la limite indiquée par Walkhoff :

Matériel de défécation. Valeur d'installation.

1° Un monte-jus de 1,500 à 1,800 litres et sa tuyauterie.	1,200f
2° Pour le jus de 50,000 kil. par vingt-deux heures, ou de 2,272 kil. par heure, il est nécessaire d'avoir, *au moins*, deux chaudières de 1,500 à 1,800 litres, dont la valeur ne peut guère être inférieure à 1,800 fr.................	3,600
3° Un filtre-presse au moins avec son monte-jus et sa tuyauterie..	3,750
Un grand filtre-presse pourrait être remplacé par deux plus petits, mais la différence de prix serait à peine sensible.	
4° Quote-part dans la production de vapeur, 9 chevaux au moins (au lieu de $13^{ch},11$)......................	4,500
On ne peut prétendre faire le travail de la défécation, du filtre-presse, etc., du monte-jus, sans une production de vapeur correspondante.	
5° Accessoires, thermomètres, menus instruments, environ.	150
Total des frais d'installation........	13,200

Frais et dépenses de la journée pour 50,000 *kil.*

1° Intérêt du capital et usure des appareils, à 10 pour 100, pour 1 jour....................................		11f	00
2° Combustible, 1,070 kil. à 36 fr. la tonne...........		38	52
3° Chaux, 16 millièmes en moyenne, 800 kil. à 2 fr....		16	00
4° Entretien et réparations, environ..................		20	00
5° Éclairage pour l'équipe de nuit, environ............		1	50
6° *Main-d'œuvre.*			
a. A la défécation; 2 hommes par équipe, soit 4 journées dont 2 à 2 fr. et 2 à 1 fr. 75.	7f 50		
b. Au filtre-presse; 1 homme et 1 aide pour chaque équipe, comme ci-dessus..........	7 50	19	25
c. Au débourbeur; 1 manœuvre, soit 2 journées à 1 fr. 75 c.....................	3 50		
d. Lavage des toiles; 1/2 journée de femme.	0 75		
7° Perte de jus, 3 pour 100 au minimum, soit 1,500 kil. au prix moyen de 2 fr. 90 c......................		43	50
Total des frais de défécation....		149	77

D'où il suit que la défécation de 1,000 kil. de jus revient, en réalité, à 2f,99, soit à 0f,30 par 100 kil. de jus.

La moyenne de la production en jus étant de 80 pour 100 en jus normal, représentée par un chiffre variable de jus atténué, on peut admettre que 1,000 kil. de racines fournissent 1,000 kil. de jus additionné d'eau (20 pour 100), en sorte que le calcul

relatif à la dépense de calorification de ce jus n'a pas à être modifié d'une manière sensible. Il est cependant assez difficile de comprendre pourquoi Walkhoff, qui a suivi presque partout cette donnée de 80 pour 100 de jus normal et qui en a établi la réalité, au moins pour le système le plus généralement pratiqué, trouve 90 pour 100 de ce même jus et 10 pour 100 d'eau seulement lorsqu'il s'agit de la défécation. Cette différence s'expliquera, à notre sens, par ce fait que cette dernière estimation est celle de la méthode mixte du même auteur, et que, probablement, il a dû prendre ce résultat pour la normale réelle.

Saturation. — Comme tous les bons observateurs, Walkhoff est très-partisan de la saturation. Ne semble-t-il pas, cependant, avoir compté les frais de cette opération à un chiffre trop bas lorsqu'il les évalue seulement à 0f,023 pour 100 kil. de jus? Voici son compte :

1° Pour la saturation et par 24 heures, 2 journées 1/2, soit, pour 100 jours, 250 journées à 1 fr. 20 c.............	300f
2° Par 24 heures et pour 50,000 kil., 2 journées pour les monte-jus, soit pour 100 jours 200 journées à 1 fr. 20 c.	240
3° Prix de l'acide carbonique, évalué à.................	500
Total..................	1040

Il paraît assez difficile d'admettre ce chiffre, dans lequel il n'est pas parlé du matériel, de la vapeur dépensée, etc., et le compte suivant semble plus rapproché de l'exactitude.

Matériel nécessaire.

1° Four à chaux et à acide carbonique, dimension moyenne, revenant avec la maçonnerie en briques, le foyer et les conduites, au moins à............................	8,000
2° Réfrigérent et laveur pour le gaz, environ...........	1,500
3° Pompe horizontale, avec la transmission, pose comprise.	3,500
4° Tuyauterie et robinetterie, au moins..............	2,200
5° Deux bacs de carbonatation avec serpentin de vapeur et barboteur..................................	2,700
6° Un petit débourbeur pour les troubles, environ.......	250
7° Un monte-jus au moins, avec ses accessoires..........	1,200
Total..............	19,350

Ce matériel, calculé pour un travail journalier de 50,000 kil., pourrait être porté à un chiffre beaucoup plus élevé par l'adop-

tion de systèmes spéciaux, qui n'ont d'autre but et d'autre résultat que d'augmenter les frais d'installation. On a donc, à partir de cette base :

1° Intérêt et usure du matériel d'installation, à 10 pour 100.		1,935 f
2° Entretien et réparations, au moins..................		400
3° Combustible. Quantité nécessaire pour porter au rouge au moins 2,100 kil. de calcaire par jour, soit 600 kil. par jour, ou, pour la campagne de 120 jours, 72 tonnes à 36 fr. = 2,592 fr., dont la moitié doit être portée au compte de la chaux..............................		1,296
Pour porter les liquides à l'ébullition depuis 75° environ, soit 27 calories par kilogramme et, pour 50.000 kil. 1,350,000 calories. Pour la campagne de 120 jours, 162,000,000 de calories, qui donnent le poids du charbon dépensé à l'aide de l'équivalent calorique pratique du charbon, lequel est égal à 4,450. On en déduit la dépense de 36 tonnes 40 de houille, à 36 fr. la tonne..........		1,310 40
Pour le travail de la pompe aspirante et foulante, 2 chevaux-vapeur, à 5 kil. de combustible par cheval et par heure, soit, pour 22 heures, 220 kil., et pour la campagne de 120 jours, 26 tonnes 40, à 36 fr.................		950 40
4° Achat de calcaire. Peut être supporté par la chaux.....		»
5° *Main-d'œuvre.*		
a. Au four à chaux ; 1 ouvrier à 2 fr. et 2 manœuvres à 1 fr. 50 c. par équipe, soit par jour, pour 2 ouvriers et 4 manœuvres, 10 fr. et, pour la campagne de 120 jours..........	1,200 f	2,310 00
b. A la saturation ; 3 journées, soit, pour 120 jours, 360 journées à 2 fr. 25 c.........	810	
c. Pour les monte-jus ; 200 journées à 1 f 50.	300	
Total des frais de la saturation.....		8,201 80

Ce chiffre de frais porte le prix de revient de la saturation à 1f,36 pour 1,000 kil. de jus, ou à 0f,136 aux 100 kil., et nous croyons être très-près de la pratique moyenne par cette évaluation.

Filtration sur le noir. — Il est digne de remarque que les partisans du noir animal se sont bien gardés de faire le décompte exact des frais occasionnés par l'emploi de cet agent. Nous nous sommes déclaré hautement opposé à l'emploi du noir, au moins comme on s'en sert, parce que nous ne voyons dans l'usage de cette matière qu'une dépense inutile, malgré tout ce que peuvent dire les amis intéressés d'une routine créée à Grenelle. Nous ne voulons pas, cependant, nous en rapporter

à nous-même, ni à nos observations, pour établir le bilan du noir. Nous emprunterons les bases de notre compte à feu M. Payen, celui même dont la funeste influence a fourvoyé la sucrerie, qu'il ne connaissait que par ouï-dire, dans un système pernicieux dont les conséquences ne le touchaient que très-incidemment.

Or, Payen établit le prix de vente du noir en grains à 14 fr., et le prix de revient de la revivification entre 50 et 80 c. Il est vrai que, pour ce dernier chiffre, il a soin de ne prendre pour base que le prix de la main-d'œuvre et du charbon, et qu'il oublie totalement le matériel, dont l'intérêt, l'usure, les réparations doubleraient son chiffre. Prenons cependant ses données, qui sont fausses aujourd'hui en présence du prix vénal des charbons et d'une foule d'autres circonstances. Disons seulement que le transport et les menus frais seront compensés, si l'on porte le prix du noir neuf à 15 fr. et celui de la revivification à 1 fr. aux 100 kil.

Si l'on se place dans les conditions économiques adoptées par plusieurs fabricants, on charge les filtres avec un mélange de 2/3 de noir revivifié et 1/3 de noir neuf. A raison de 20 pour 100 sur le jus, c'est un chiffre de 10,000 kil. de matière, dont 6,667 kil. en vieux noir et 3,333 kil. de noir neuf.

D'autre part, il faut, pour ce travail, un certain matériel. L'action du noir étant épuisée en 6 heures, il faut 4 filtres au moins pour la filtration, dont la marche nous importe peu à présent, puisqu'elle a été étudiée, d'une part et, de l'autre, que la question d'argent en est indépendante.

Soient donc 4 filtres au moins, dont 2 en travail, 1 en dégraissage et en vidange et 1 en remplissage. On ne peut compter moins de 4 hommes par équipe pour ce service, et l'on est en face des éléments suivants :

Frais de la décoloration par le noir animal. Matériel.

1° Quatre filtres renfermant 2,500 kil. de noir et d'une contenance de 3 mètres cubes, à 1,600 fr. l'un, avec les accessoires, tuyauterie, trous d'hommes, etc., le tout établi au minimum	6,400 f
2° Deux monte-jus au moins, l'un pour les jus, l'autre pour les sirops, au prix moyen de 1,000 fr. avec la tuyauterie.	2,000
3° Caniveaux, conduites et pose	850
Total	9,250

Dépenses journalières pour 50,000 *kil. de jus et les sirops qui en proviennent.*

1° Intérêt et usure du matériel d'installation, à 10 pour 100, par jour			7^f 70
2° Entretien et réparations			0 80
3° Éclairage, environ			1 00
4° Noir neuf, 3,333 kil. à 15 fr. pour 100 kil. = 499 fr. 95 c.; soit 500 fr. En négligeant l'intérêt de cette somme, on doit compter en dépense le prix de la revivification, qui est nécessitée par le fait même du travail.			
On a de ce chef		33 33	40 03
Perte ou déchet à la revivification (moyenne), 75 kil. à 15 fr. pour 100	11 25		
A déduire, valeur agricole de ces déchets, à 6 fr. les 100 kil.	4 50	6 70	
Perte nette	6 70		
Noir vieux, 6,667 kil.; frais de revivification.		66 67	80 17
Perte ou déchet, 150 kil. (moyenne).	22 50	13 50	
Valeur agricole à déduire	9 00		
5° Évaporation des eaux de dégraissage, soit 20 tonnes d'eau, par une dépense de 4 tonnes de houille à 36 fr.			144 00
6° *Main-d'œuvre.*			
a. Un homme pour conduire les filtres et trois manœuvres pour la vidange et les remplissages; le premier à 2 fr. et les autres à 1 fr. 75 c., le tout par équipe, soit, pour la journée		14^f 50	15 25
b. Lavage des toiles, etc., demi-journée de femme		0 75	
6° Perte en jus dans le noir, 5 pour 100 environ, soit 2,500 kil. à 2 fr. 90 c., prix moyen			72 50
Total des frais de la décoloration			361 45

Ce chiffre, qui est très-certainement au-dessous de la vérité pour le plus grand nombre des fabriques, conduit à une dépense de 7^f,23 pour 1,000 kil. de jus ou de 0^f,723 aux 100 kil.

Walkhoff admet que la filtration sur noir donne 0,88 pour 100 de sucre en sus, en portant le rendement de la masse cuite de 60 à 68 pour 100, et il conclut que cette augmentation équivaut à 0^f,52 pour 100 kil. de jus. Bien que nous soyons fort loin de partager cette manière de voir et que nous ayons constaté des rendements de 70 pour 100 de la masse cuite, *sans noir*, il n'en reste pas moins, malgré tout, une dépense non

justifiée de 0f,223 par 100 kil. de jus, par le fait du noir, et tout en lui accordant tous les mérites qu'on voudra. En fait et en raison, le noir coûte 0f,70 à 0f,75 par 100 kil. de jus et ne produit pas une compensation suffisante.

Les calculs précédents se rapportent à un emploi de 20 pour 100 de noir, par un tiers de noir neuf à deux tiers de noir revivifié, il est évident que l'on peut changer entièrement les conditions du prix de revient, et qu'il est augmenté ou diminué suivant que l'on se sert d'une proportion plus ou moins considérable de cette matière, que l'on force la quantité de noir neuf, que l'on fait plus de déchets à la revivification, etc. En somme, les fabricants les plus modérés dans l'usage du noir accusent encore une dépense de 5 fr. par sac de sucre, ce qui revient à 2f,50 environ par 1,000 kil. de jus. Cette dépense est souvent quadruplée et, pour notre compte, nous n'en comprendrions l'utilité que si l'emploi du noir apportait au produit une plus-value au moins égale aux frais qu'il occasionne.

Il est bon de faire observer, en outre, que l'outillage indiqué plus haut est restreint au strict nécessaire, et qu'il vaudrait mieux composer la série filtrante de 5 filtres pour le jus; il y en aurait alors 3 en travail, 1 en vidange et l'autre en remplissage, et la filtration des sirops exigerait, en outre, 2 filtres. Il convient, en tout cas, d'apprécier cet excédant de dépense, le cas échéant.

Nous mentionnons seulement la conclusion de Walkhoff, qui porte à 0f,23 les frais de la filtration par 100 kil. de jus et à 0f,45 en y comprenant l'évaporation des eaux de dégraissage. En déclarant que la richesse relative du jus est élevée de 80 à 84 sur 100 de matières solides, et que le rendement de la masse cuite s'élève de 60 à 68 pour 100 en sucre, il en déduit un bénéfice de 0f,52 par 100 kil. de jus, en sorte que, loin d'être une cause de dépense, le noir apporterait un bénéfice de 0f,07 par 100 kil. de jus. Il ne semble pas qu'il soit nécessaire de discuter cette opinion après ce qui vient d'être exposé, d'autant plus que l'écrivain allemand ajoute que tout ce bénéfice disparaîtrait si l'on n'employait pas de très-bon noir, et qu'il faut toujours compter avec un déchet de 5 pour 100 sur le jus traité par la filtration. Tout cela nous semble fort vague, sourtout en présence des frais qui existent, et il ne suffit pas de les passer sous silence pour les supprimer.

III. — Prix de revient de la concentration.

Le calcul des frais de vaporisation à la concentration se trouve sous la dépendance du chiffre des matières solubles dissoutes dans le jus. Comme ce chiffre est très-variable et qu'il est soumis à l'influence d'une multitude de causes déjà appréciées, il est nécessaire de prendre une base moyenne hypothétique répondant à la masse des cas. Nos betteraves françaises contiennent, en moyenne, 10 pour 100 de matière sucrée et, après la défécation bien faite, le chiffre total des principes solubles, sucre et substances étrangères, est de 11 pour 100 environ. C'est de ces chiffres moyens qu'il convient de partir pour établir une appréciation à laquelle on ne peut donner un caractère absolu.

Soit donc une fabrication de 50,000 kil. de racines par jour de 24 heures de travail effectif pendant une campagne de 120 jours, et considérons comme admise l'extraction de 80 pour 100 de jus normal avec 25 pour 100 d'eau à la râpe et produisant 100 de jus atténué pour 100 de racines, au maximum. Les 80 kil. de jus normal correspondent à $0,11 \times 80 = 8,8$ de matières solubles dissoutes dans $91^k,20$ d'eau. Par la concentration à 27° — 28° B., c'est-à-dire à 50 pour 100 de richesse, les $8^k,8$ de principes solubles doivent rester dissous dans un poids égal d'eau, c'est-à-dire que les 100 kil. de jus atténué se réduisent à $17^k,6$ de sirop à 27° B. La quantité d'eau à vaporiser par la concentration est donc de $100 - 17,6 = 82^k,4$.

Les 50,000 kil. de jus fourniront donc 8,800 kil. de sirop à 50 pour 100, par la vaporisation de 41,200 kil. d'eau en 24 heures ou de $1,716^k,67$ par heure.

On sait déjà que les surfaces de faux fond ne transmettent que 40,000 calories par mètre carré et par heure lorsqu'elles sont chauffées par la vapeur à + 135°, mais que, avec l'emploi de la même vapeur, les serpentins de 2 à 4 centimètres de diamètre transmettent 60,000 calories. Les chaudières hémisphériques chauffées à feu nu ne fournissent pas une transmission utile supérieure à 16,000 ou 17,000 calories par mètre carré et par heure. (T. II, p. 188 et suivantes.)

On conçoit que le prix de revient de la concentration diffère dans tous ces cas et, en outre, il est nécessaire d'en étudier la valeur dans le cas particulier des appareils à basse pression,

puisque le nombre et la dimension des appareils évaporatoires, le nombre des ouvriers et les dépenses de combustible varient dans toutes les circonstances où l'on peut se placer, suivant qu'on adopte un système ou un autre.

Concentration à feu nu par masses. — Il ne serait pas utile de parler de ce mode de travail, s'il n'était encore appliqué dans la sucrerie exotique, dont l'équipage n'est au fond qu'une série de chaudières hémisphériques chauffées à feu nu. Nous en dirons donc quelques mots, bien que ce mode de concentration soit partout abandonné en Europe.

Fig. 25.

Soit prise pour exemple la forme de chaudière représentée par la figure ci-dessus, et analysons les faits. Si le noir n'est pas employé dans la fabrication, on n'a à vaporiser que 1,716k,67 par heure. Si, au contraire, on se sert de noir, il faut tenir compte de 40 pour 100 d'eau de dégraissage, en sorte que le chiffre de l'eau à vaporiser par la concentration s'élève à 61,200 kil. en 24 heures ou 2,550 kil. par heure.

Dans le premier cas, les 1,716k,67 d'eau à vaporiser, que l'on peut supposer à +62°, correspondent à 40 × 1,716,67 = 68,667 calories nécessaires pour l'ébullition, et à 537 × 1,716,67 = 921,852 calories pour la vaporisation. C'est un total de 990,519 calories à faire transmettre au liquide.

On conclut de là qu'il faudrait, pour opérer cette vaporisation en 1 heure, par une transmission de 16,500 calories au mètre carré, une surface de 58mq,42, ce qui revient à dire que le matériel devrait comporter 10 chaudières de 2 mètres de diamètre, présentant une surface de 6mq,28. D'autre part, bien

que l'on trouve écrit dans certains ouvrages que l'unité de charbon vaporise 6 unités d'eau, l'observation fait voir que cette appréciation, réelle pour certains générateurs, est exagérée pour les chaudières à fond hémisphérique, dans lesquelles la transmission, très-faible, abaisse beaucoup ce chiffre. En effet, à moins de dispositions particulières, la combustion d'un kilogramme de houille ne vaporise pas plus de 5 kil. d'eau par heure avec ces chaudières, et l'on devra brûler, en 1 heure, 343k,33 de charbon sous ces vases, ce qui portera la consommation de la journée à 8,240 kil. environ.

Si l'on considère le cas de l'emploi du noir, on se trouve en présence de 1,433,100 calories exigées par la masse liquide pour se réduire en vapeur. Il faudra employer 86mq,85 de surface de chauffe, c'est-à-dire 14 chaudières du diamètre prévu au lieu de 10 seulement. De même, la consommation du charbon sera augmentée en proportion, et elle atteindra le chiffre de 510 kil. par heure ou de 12,240 kil. par jour.

Faisons observer maintenant que, dans les calculs précédents, nous avons considéré la concentration comme se faisant en 24 heures, tandis que, dans la pratique normale, ce travail doit se faire en 22 heures, pour tenir compte des nettoyages, des temps d'arrêt, etc. Il en résulte que la concentration exige la vaporisation de 1,872 kilogrammes d'eau par heure dans le traitement sans noir, ou de 2,550 kilogrammes lorsqu'on emploie 20 pour 100 de noir. La différence est assez sensible pour qu'on y fasse attention et que l'on détermine l'augmentation de surface de chauffe qui en est la conséquence.

Par 22 heures de travail, sans noir, on a à appliquer 1,052,064 calories, et le traitement par le noir exigera 2781,8 × 562 = 1,563,372 calories, si l'on emploie le maximum de 20 pour 100. Dans le premier cas, le travail ne pourra se faire que par 63mq,76 de surface de chauffe et il exigera 11 chaudières du diamètre prévu. Dans le second cas, il faudra 94mq,75 ou 16 chaudières. Cette observation nous ramène aux conditions pratiques exposées précédemment (pages 300 et 301).

Sans tenir compte de la différence qui existe entre la bagasse et le charbon, et sans faire ressortir cette considération que la bagasse non épuisée est un combustible plus cher que la houille, on peut se contenter d'appliquer le raisonnement aux faits

généraux et d'en tirer les conséquences qui sont faciles à déduire.

Frais de concentration à feu nu, par masses, sans emploi du noir, avec des chaudières hémisphériques.

1° Les 11 chaudières représentent un capital d'installation de 11,000 fr. au minimum, en se bornant au strict nécessaire et en supposant que les fonds seulement sont en cuivre et les calandres en tôle. A 10 pour 100 d'intérêt, usure comprise, ce capital représente une dépense de 1,100 fr. pour 120 jours, soit, par jour	9f	16
2° Entretien et réparations, environ	1	00
3° Combustible, 8 tonnes 1/4, à 36 fr.	297	00
4° *Main-d'œuvre*. Il faut au moins 2 ouvriers et 1 aide pour le travail de la concentration, 1 ouvrier pour entretenir le feu et 1 manœuvre pour apporter le charbon; en tout, 5 journées par équipe, ou, en 24 heures, 10 journées, dont 8 à 1 fr. 75 c. et 4 à 1 fr. 50 c.	16	50
5° Éclairage et menus frais, beurre, etc.	1	50
Total des frais	325	16

Il résulte de ce chiffre que les 1,000 kil. de jus concentrés à 50 pour 100 coûtent 6f,50 environ, ce qui porte le coût de la concentration pour 100 kil. de sirop, à 28° B., à la somme de 3f,69.

Il ne peut tomber sous le sens que, dans des appréciations de ce genre, on passe sous silence la part qui incombe au matériel, et le lecteur peut voir que nous avons mieux aimé rester au-dessous de la moyenne que de donner prise à un reproche d'exagération.

Dans le cas de l'emploi du noir, on n'a pas à revenir sur les frais occasionnés par la vaporisation des eaux de dégraissage, lesquels ont été portés au compte de la décoloration, mais il convient d'ajouter l'excédant du matériel, quant à l'intérêt et à l'usure du capital d'installation, à l'entretien des appareils et à la main-d'œuvre. Tous ces objets réunis forment une augmentation de frais de 9f,75 par jour, ce qui porte le chiffre total à 334f,81, et il en ressort le coût de la concentration, pour 1,000 kil. de jus, à 6f,69, soit à 3f,74 pour 100 kil. de sirop faible à 28° B. ou à 50 pour 100 de richesse.

La comparaison avec les autres moyens de concentration fera voir aisément combien l'application du feu nu par masses est

désastreuse pour le fabricant, au point de vue de la dépense, indépendamment des autres raisons qui doivent la faire rejeter absolument.

Concentration à feu nu par surfaces. — Si l'on veut étudier les frais entraînés par les appareils de ce groupe, on peut prendre pour type la disposition de Curaudau, d'après laquelle il sera facile d'apprécier les résultats que l'on peut attendre d'un travail du même genre, auquel on peut rattacher les plateaux de Fryer, qui en sont une reproduction.

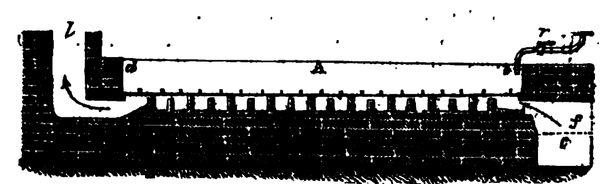


Fig. 26.

Pour vaporiser 1,872 kilogrammes d'eau par heure, une chaudière construite sur le principe de Curaudau devrait présenter une surface de 24mq,50, soit de 25 mètres, par 42,940 calories. La longueur serait de 17 mètres (16m,67), la largeur de 1m,50, et la hauteur de 0m,50. Dans ces conditions, le prix du matériel ne dépasserait pas 6,000 fr., en y comprenant la valeur et l'établissement du fourneau. Il ne faudrait qu'un seul ouvrier pour entretenir le feu et guider le travail de l'instrument, en sorte que le compte des frais s'établirait ainsi :

1° Intérêt du capital d'installation et usure du matériel, à 10 pour 100, soit, par jour	5f	00
2° Entretien et réparations, environ	0	50
3° Combustible. A raison de 7 kil. d'eau vaporisée par kilogramme de charbon, on trouve, pour la consommation de 24 heures, 5,890 kil. environ, soit à 36 fr. la tonne	212	05
4° *Main-d'œuvre.* Un ouvrier et 1 aide par équipe, soit, par jour, 2 ouvriers à 1 fr. 75 et 2 aides à 1 fr. 50; en tout	6	50
5° Éclairage et frais divers	1	50
Total des frais	225	55

Par suite de la réduction du matériel et de la main-d'œuvre, ainsi que par la consommation moindre de charbon, les 1,000 kil. de jus, concentrés à 50 pour 100, coûtent seulement

4f,51, et les frais de la concentration pour 100 kil. de sirop faible, à 28° B., s'élèvent à 2f,55 environ. Le lecteur peut constater déjà l'économie notable qui résulte d'une disposition meilleure et d'une utilisation plus rationnelle du combustible. Ce calcul démontre également l'avantage présenté par les plateaux de Fryer, dans lesquels les principes mis en lumière par Curaudau sont appliqués; mais il nous est difficile d'apprécier le chiffre des frais de la concentration dans le système de l'inventeur anglais, parce que le prix du matériel ne peut être aisément scindé en deux portions, l'une relative à la concentration et l'autre se rapportant à la cuite.

L'appareil de Curaudau, pas plus que les plateaux de Fryer, qui en sont l'imitation, ne met complétement à l'abri de la caramélisation. Cet inconvénient cesse d'exister avec l'appareil ci-dessous, dont la construction a déjà été expliquée.

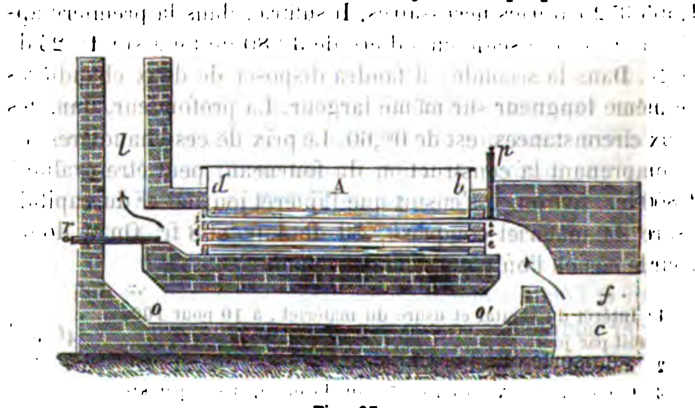


Fig. 27.

Cet instrument est encore plus économique que le précédent, et il suffirait, à notre sens, d'en placer deux à la suite l'un de l'autre, *se commandant*, pour obtenir quelque chose de beaucoup plus parfait que les *traits* de l'appareil Fryer. Le plan le plus élevé serait placé près du foyer et recevrait le jus; le suivant, en contre-bas, recevrait, par un tube syphoïde, le trop-plein du précédent, puisé par le fond, et l'on imprimerait au travail un caractère de continuité réelle, indépendante de la vidange de fond, ce que cette disposition rend très-facile.

Pour le cas adopté dans ces calculs, savoir : celui de 50,000

kilogrammes de matière ou de jus, par jour de 22 heures, soit 1,872 kilogrammes de vaporisation par heure, on se trouve en présence des éléments suivants :

Les tubes de 5 centimètres de diamètre transmettent 60,000 calories par mètre carré. L'utilisation du combustible est à peu près aussi complète que possible lorsqu'on adopte deux chaudières en contre-bas l'une de l'autre, la plus rapprochée du foyer recevant le jus, et la suivante servant à compléter la concentration commencée dans la première.

Dans ces conditions et pour le cas le plus avantageux, celui où l'on ne se sert pas de noir, la transmission de 1,052,064 calories exige 17^{mq},53 de surface de chauffe. Dans la circonstance la plus défavorable, lorsque l'on doit vaporiser les eaux de dégraissage, il faut 26 mètres carrés (26,05) pour transmettre les 1,563,372 calories nécessaires. Il suffira, dans la première application, d'une seule chaudière de 3^m,80 de long sur 1^m,25 de large. Dans la seconde, il faudra disposer de deux chaudières de même longueur sur même largeur. La profondeur, dans les deux circonstances, est de 0^m,60. Le prix de ces chaudières, en y comprenant la construction du fourneau, peut être évalué à 4,800 fr. environ. Il s'ensuit que l'intérêt journalier du capital, usure du matériel comprise, est de 4 fr. et 8 fr. On a donc, pour le cas où l'on n'emploie pas le noir :

1° Intérêt du capital et usure du matériel, à 10 pour 100, soit par jour.	4^f	00
2° Entretien et réparations.	0	75
3° Combustible. A raison de 7^k,50 d'eau vaporisée par kilogramme de charbon, on trouve pour la consommation de 24 heures, 5,490 kil. environ, soit, à 36 fr. la tonne.	197	64
4° *Main-d'œuvre*, comme ci-dessus.	6	50
5° Éclairage et frais divers.	1	50
Total des frais.	210	39

Il ressort de ce chiffre que la concentration de 1,000 kil. de jus coûte, par cet appareil, 4^f,20, et que les frais de concentration de 100 kilogrammes de sirop faible, à 28° B., se montent à 2^f,39.

En récapitulant les éléments qui précèdent, on se trouve en présence des résultats comparatifs suivants, sur lesquels nous croyons devoir appeler toute l'attention du lecteur :

Frais de concentration pour 1,000 kil. de jus par l'emploi du feu nu (sans noir).

1° Par masses, avec l'emploi des chaudières hémisphériques.	6f	50
2° Par surfaces, appareil de Curaudau	4	51
3° Par surfaces, chauffage tubulaire	4	20

Frais de concentration, pour 100 kil. de sirop à 28° B. (50 p. 100), par l'emploi du feu nu (sans noir).

1° Par masses, avec des chaudières hémisphériques	3f	69
2° Par surfaces, appareil de Curaudau	2	55
3° Par surfaces, chauffage tubulaire	2	39

Cette étude comparative doit suffire pour éclairer les fabricants sur leurs véritables intérêts et leur faire voir combien, au point de vue économique, il importe de faire un bon choix du matériel, puisque la différence du prix de revient est sous la dépendance de ce choix. Une réduction de 2 fr. par 1,000 kil. de jus correspond à une différence de 3 fr. sur le prix de revient du sac de sucre et, pour 50,000 kil., à 6 pour 100 de rendement seulement, c'est un résultat de 90 fr. par jour ou de 10,800 fr. pour la campagne. Ces choses-là doivent se compter, et il ne semble pas que l'on y attache une importance suffisante. Nous ne voulons pas dire que les fabricants ne sont pas économes, dans le sens vulgaire du mot; nous dirons que plusieurs d'entre eux, rapaces jusqu'au ridicule dans des choses où ils devraient se montrer généreux, sont prodigues jusqu'à la sottise par défaut de réflexion et d'attention dans certaines applications. On ne saura pas faire utilement une gratification à un bon serviteur, on sera mesquin et petit dans les détails, mais on jettera dix mille francs par les fenêtres par apathie ou paresse, ou pour la vaine gloriole d'adopter tel instrument vanté sans en avoir étudié la valeur réelle. Pourquoi donc se plaindre lorsque les résultats ne répondent pas aux espérances? On ne peut pratiquer impunément toutes les absurdités qu'on rencontre sans se heurter quelquefois à des obstacles inattendus.

Concentration à la vapeur par masses. — Les appareils de ce genre peuvent être considérés, en général, comme agissant par double fond ou par serpentins. Dans le premier

cas, on transmet 40,000 calories et, dans le second, 60,000 calories par mètre carré et par heure. Il résulte de là une donnée suffisante pour apprécier les conditions réelles de la question.

Appareils à double fond. — Pour vaporiser 1,872 kilogrammes d'eau par heure, il faut transmettre 1,052,064 calories en supprimant le noir ou 1,563,372 calories lorsqu'on se sert de cette matière. On devra donc prévoir une surface de chauffe de 26mq,30 dans la première circonstance et de 39mq,08 dans la seconde. Or, en admettant un diamètre de 2 mètres pour les chaudières hémisphériques, ce qui est déjà considérable, la surface de la partie hémisphérique répondant au double fond est de 6mq,28, et il faudra, pour un service convenable, prévoir 5 chaudières avec la suppression du noir et 7 avec l'emploi de cet agent. Ce ne sera pas pousser les choses à l'extrême que de compter au moins un monte-jus pour le service; mais, comme on peut y suppléer par la disposition même des appareils, on peut admettre, à la rigueur, que le matériel se bornera aux chaudières, et qu'il faudra au moins 1 ouvrier et 2 aides par équipe. On aura ainsi les résultats suivants.

Frais de concentration à la vapeur par masses, sans emploi du noir, avec chaudières hémisphériques à double fond.

1° Les cinq chaudières, avec leurs raccords de tuyauterie, leur robinetterie et l'installation, valent 2,800 francs environ, ce qui forme un capital de 14,000 francs. A 10 pour 100 d'intérêt, usure comprise, ce capital représente un chiffre de 1,400 francs pour 120 jours, soit, par jour.	10f	67
2° Entretien et réparations, environ..................	1	00
3° Combustible, 286k,4 par heure, soit 5,200 kil. par jour, à 36 fr. la tonne..................................	187	20
4° *Main-d'œuvre.* 1 ouvrier et 2 aides par équipe, soit 2 ouvriers à 2 fr. et 4 aides à 1 fr. 50 c. pour la journée, ce qui donne un chiffre de..................................	10	00
5° Éclairage, menus frais, beurre, etc..................	1	50
Total des frais de la concentration....	210	37

De ce chiffre, il résulte que la concentration de 1,000 kilogrammes de jus revient à 4fr,20 environ et que 100 kilogrammes de sirop à 28° B coûtent 2fr,38.

Frais de concentration à la vapeur par masses, avec l'emploi du noir et des chaudières hémisphériques à double fond.

1° Les sept chaudières nécessaires, à 2,800 francs, représentent un capital de 19,600 francs. A 10 pour 100 d'intérêt, usure comprise, ce capital donne une dépense de 1,960 fr. pour 120 jours, ou, par jour, de..................	16f	33
2° Entretien et réparations..................	1	25
3° Combustible; comme ci-dessus, le combustible nécessaire pour la vaporisation des eaux de dégraissage ayant été compté dans les dépenses de la filtration;..................	187	20
4° *Main-d'œuvre*..................	10	00
5° Éclairage, menus frais..................	1	75
Total des frais de la concentration.....	216	53

La concentration de 1,000 kilogrammes de jus coûte 4fr,33 par l'emploi du noir et les 100 kilogrammes de sirop faible à 28° B reviennent à 2fr,46.

Le lecteur peut voir que le travail de concentration par masses à la vapeur et par les faux fonds ne fournit pas un résultat plus avantageux que la concentration à feu nu par surfaces, au point de vue du prix de revient. Il ressort de là cette conséquence que, dans un grand nombre de cas, il peut être utile de se servir du feu nu, pourvu que l'on adopte les dispositions nécessaires pour obvier aux altérations du sucre ou pour les prévenir. Il ne s'agit pas de faire de l'exclusivisme en industrie et c'est le résultat comparé au coût des moyens d'action et à la facilité de leur emploi qui doit servir de guide.

Appareils à serpentins. — En reprenant les données qui servent de base au travail, on trouve que la vaporisation de 1,872 kilogrammes par heure se faisant par la transmission de 1,052,064 calories, et les serpentins transmettant 60,000 calories, il faudra 17mq,53 de surface de chauffe par ces organes, dans le travail sans noir. L'emploi du noir demandera 26mq,0562 pour la transmission de 1,563,372 calories. On peut employer des serpentins d'un diamètre variable, de 0m,02 à 0m,06 suivant les cas, et voici les développements de la surface fournie par les diamètres que l'on peut adopter.

DIAMÈTRES des SERPENTINS.	DÉVELOPPEMENT de la CIRCONFÉRENCE.	SURFACE du MÈTRE COURANT.	LONGUEUR répondant A 1 MÈTRE CARRÉ.
m.	m.	mq. dq.	m.
0.02	0.062832	0.062832	15.915
0.025	0.07854	0.07854	12.732
0.03	0.094248	0.094248	10.610
0.035	0.109956	0.109956	9.094
0.04	0.125664	0.125664	7.957
0.045	0.141372	0.141372	7.073
0.05	0.15708	0.15708	6.366
0.055	0.172788	0.172788	5.787
0.06	0.188596	0.188496	5.306

Ces chiffres font voir que la longueur du serpentin à employer étant sous la dépendance du diamètre de ce tube, cette longueur sera d'autant plus considérable que le serpentin sera d'un plus petit diamètre. Pour éviter de fatiguer le lecteur par des appréciations numériques trop nombreuses, et par cela même peu utiles, nous adopterons comme moyenne le diamètre de $0^{m},04$, par un développement de $0^{mq},12,5664$ au mètre courant, et nous disons qu'il faut $7^{m},957$ de longueur du tube de ce diamètre pour représenter un mètre de surface de chauffe.

Pour fournir les $17^{mq},53$ nécessaires au travail sans noir, il faudra donc $7,957 \times 17,53 = 139^{m},486$ de longueur, en employant du serpentin à $0^{m},04$ de diamètre. Pour le travail avec emploi du noir, il faudra $207^{m},33$ de ce même serpentin pour transmettre le calorique indispensable. Si l'on admet, avec Péclet, qu'une longueur de 30 mètres ne peut être utilement dépassée, on arrive à conclure que, dans le premier cas, il faudra 5 chaudières pour assurer le travail et que, dans le second, il en faudra 7, ce qui représente la même donnée que par les appareils à double fond. On pourrait, sans doute, diminuer le nombre des chaudières en plaçant 2 serpentins dans le même vase, mais la pratique courante n'employant habituellement qu'un seul tube, il semble plus prudent de se baser sur ce qui vient d'être dit et d'établir le chiffre des frais de la manière suivante.

Frais de concentration à la vapeur par masses, sans emploi du noir, avec des chaudières hémisphériques à serpentins.

1° Les cinq chaudières, à 2,100 francs chacune, coûteront 10,500 francs. A 10 pour 100 d'intérêt, usure comprise, ce capital représente un chiffre de 1,050 francs pour 120 jours, soit par jour	8f	75
2° Entretien et réparations, environ	1	00
3° Combustible, 1/3 de moins que dans le cas des chaudières à double fond	124	80
4° *Main-d'œuvre*, même observation	10	00
5° Éclairage et menus frais, environ	1	50
Total des frais de la concentration	146	05

La concentration de 1,000 kilogrammes de jus coûte 2fr,92 environ et la concentration de 100 kilogrammes de sirop à 50 p. 100 revient à 1fr,65.

Frais de concentration à la vapeur par masses, avec emploi du noir et des chaudières hémisphériques à serpentins.

1° Les sept chaudières, à 2,100 francs, coûtent 14,700 francs et par un intérêt de 10 pour 100, usure comprise, le capital d'installation représente, pour la campagne, une dépense de 1,470 fr., soit, par jour	12f	25
2° Entretien et réparations	1	25
3° Combustible, somme ci-dessus	124	80
4° *Main-d'œuvre*	10	00
5° Éclairage, menus frais	1	75
Total des frais de concentration	150	05

La concentration de 1,000 kilogrammes de jus coûte 3 francs et celle de 100 kilogrammes de sirop faible à 50 pour 100 revient à 1fr,70.

Appareils à basse pression. — Il est bien certain que la dépense de combustible est beaucoup moindre dans certaines conditions de l'emploi du vide. Lorsqu'on se sert, pour la concentration, d'un appareil à simple effet, à *vapeur directe*, on consomme autant de charbon que dans le cas des serpentins à l'air libre, et la différence la plus sensible repose sur la réduction de la surface de chauffe, précisément en raison d'une transmissibilité plus grande du calorique à travers les parois des tubes.

Cette différence est assez notable, puisque, dans l'appareil à basse pression, il se transmet 100,000 calories par mètre carré et par heure. On peut en inférer que l'appareil exigera seulement une surface de 0m,60, lorsque la chaudière ordinaire à serpentins demanderait 1 mètre carré ; mais en présence du prix élevé des appareils dans le vide, la diminution des frais est moins grande qu'on ne pourrait le supposer. Dans les meilleures conditions actuelles, le prix d'achat d'une chaudière pouvant traiter 50,000 litres de jus par jour n'est guère inférieur à 14,000 francs, en y comprenant la valeur de la pompe à air et du condenseur, et encore, pour atteindre ce prix, ne faut-il pas s'adresser à certains établissements dont l'habitude bien connue est de rançonner la fabrication. En ajoutant à cela 3,000 francs pour les frais de montage, de tuyauterie, etc., on arrive à un capital d'installation de 17,000 francs environ. On peut déduire de ces considérations le calcul suivant pour les frais de concentration.

Frais de concentration dans le vide, avec l'appareil à simple effet et à vapeur directe, pour un travail de 50,000 kilogrammes par jour.

1° Intérêt et usure du matériel d'installation, à 10 pour 100, pour la campagne, 1,700 francs, soit, par jour	14f.	16
2° Entretien et réparations, environ	1	00
3° Combustible, comme pour les appareils à l'air libre et à serpentins, la concentration des dégraissages ayant été comptées ailleurs	124	80
4° *Main-d'œuvre*, 2 ouvriers à 2 fr. 50 c.	5	00
5° Éclairage, menus frais	1	50
Total des frais de la concentration	146	46

De ce chiffre il résulte que la concentration de 1,000 kilogrammes de jus coûte 2,98 à très-peu près, ce qui porte le prix de revient de la concentration de 100 kilogrammes de sirop faible entre 1fr,66 et 1fr,67.

Il est évident que, dans l'emploi du noir, le prix d'installation devra être augmenté de la plus-value de l'appareil qui sera établi pour une surface de chauffe presque double, et il est facile de voir que la concentration dans le vide, par vapeur directe et par simple effet, n'est pas plus avantageuse, sous le

rapport de l'économie, que la concentration à l'air libre avec les serpentins.

Il n'en est plus de même lorsque l'on emploie la vapeur de retour ou la vapeur détendue; car, dans ce cas, les frais d'installation et de main-d'œuvre restant les mêmes, la dépense en combustible est réduite aux 2/5 environ. En portant cette dépense à 50 francs au lieu de 124,80, on trouve un chiffre total de 74fr,66, ce qui porte à 1fr,43 la dépense de concentration de 1,000 kilogrammes, en produisant une économie de 50 p. 100 environ.

Cet avantage est à considérer; mais il convient d'ajouter que l'on peut obtenir aussi bien ce résultat en utilisant les vapeurs détendues dans les serpentins des appareils à air libre et que la surchauffe de ces vapeurs peut conduire à une économie aussi grande. Il n'y a donc pas toujours un intérêt considérable à installer des machines coûteuses dont tout le bénéfice revient aux constructeurs, et que l'analyse des faits ramène à une valeur bien différente de celle que les réclames leur attribuent.

Les *appareils à triple effet* dépensent peu de charbon, moins encore que les appareils à effet simple et à vapeur de retour; mais si l'on tient compte de ce fait que les plus modestes de ces engins coûtent de 30,000 à 35,000 francs, montage compris, on pourra se convaincre de l'exagération apportée dans les hymnes des panégyristes de la haute chaudronnerie.

Ces instruments pourraient rendre de grands services et être le point de départ d'une économie très-notable, s'ils étaient vendus à des prix moins excessifs; mais on peut toujours produire à peu près autant d'économie de combustible par les appareils ordinaires à serpentins, en utilisant les vapeurs détendues surchauffées. Il ne reste donc à l'avoir de ce genre d'appareils que le mérite particulier de soumettre les jus sucrés à une température moins élevée, et ce mérite est d'une certaine importance pour tous les cas où, la purification n'ayant pas été suffisante, il reste dans les jus des matières étrangères nuisibles au sucre.

Nous n'insistons pas sur ce point et nous laissons au lecteur le soin d'apprécier les raisons qui devront déterminer le choix de son instrumentation. Les frais de concentration sont très-variables suivant les appareils employés et le mode de chauffage;

mais, s'ils peuvent s'élever du simple au double dans certaines conditions, on peut dire que les chaudières à serpentins et à air libre sont aussi économiques que les chaudières à basse pression et à effets multiples, lorsqu'on utilise les vapeurs détendues après les avoir surchauffées.

Quoi qu'il en soit, l'appareil à triple effet peut être présenté comme n'entraînant aucune dépense de combustible, ce qui serait à peu près exact, dans le cas où l'on ne se sert pas de noir. Il semble assez difficile d'admettre la même proposition en présence de grandes masses d'eaux de dégraissage, et l'emploi d'une certaine proportion de vapeur directe devient souvent indispensable. Nous ne voulons pas, cependant, faire à ces machines une condition pire que celle admise par leurs partisans, et nous supposerons que les appareils à effet triple ne consomment pas de combustible spécial pour la concentration. Nous aurons ainsi les données :

1° Intérêt du capital d'installation, à 10 pour 100, usure comprise, 3,500 francs, soit, par jour	29f	16
2° Entretien et réparations, environ	2	25
3° Main-d'œuvre, 2 ouvriers par jour, à 2 fr. 25 cent., en moyenne	4	50
4° Éclairage, menus frais, etc.	1	50
Total des frais de concentration	37	41

Il résulte de cette appréciation, que la concentration de 1,000 kilogrammes de jus coûte 0,75 environ (0fr,748) par les machines à triple effet, et que 100 kilogrammes de sirop à 28° B coûtent 0fr,425. Ce serait le meilleur éloge à faire des appareils de ce genre, si l'on ne pouvait toujours objecter la possibilité de supprimer également la dépense du combustible avec les instruments ordinaires, quand on veut faire emploi de la vapeur détendue surchauffée, et les indications qui précèdent suffisent à établir les bases d'une comparaison équitable.

Concentration à la vapeur par surfaces. — Sauf deux ou trois appareils analogues à la chaudière dite de Wetzell, on ne possède que fort peu d'instruments destinés à exécuter la concentration par surfaces, à l'aide de la vapeur. C'est en ce point cependant que se trouve, en réalité, le côté économique de la question. Nous avons constaté et fait consta-

ter qu'un appareil composé de 4 chaudières accouplées, dans lesquelles un serpentin mobile, rempli de vapeur, sert d'organe de calorification, peut produire des résultats considérables. Ainsi le développement des 4 serpentins, représentant environ 120 mètres de longueur ou 15 mètres de surface suffit pour concentrer, dans une heure, 2,000 kilogrammes de jus à 3°,5 B et l'amener à une richesse de 50 p. 100. Or, 2,000 kilogrammes de jus à 3°,5, contenant 158 kilogrammes de sucre environ, fournissent à peu près 316 kilogrammes de sirop faible à 50 p. 100 par la vaporisation de 1,684 kilogrammes d'eau ; il en résulte que chaque mètre carré vaporise 112k,26 d'eau.

Comme la température initiale avait été observée à + 10°, on en déduit que 1 mètre carré de surface de chauffe peut transmettre 72,328 calories dans ces circonstances. Ce simple fait conduit à une économie fort notable, puisque la transmission excède de 12,328 calories celle des serpentins ordinaires. On peut produire, avec quatre serpentins agissant par surfaces, le même effet qu'avec cinq serpentins ordinaires de mêmes dimensions, et l'application du chauffage par surfaces nous semble destinée à rendre des services importants. Ainsi, un appareil comme celui qui vient d'être mentionné peut se construire pour 6,000 francs ; il n'exige aucune main-d'œuvre, puisqu'il est entièrement automatique, et le calcul comparatif des frais de la concentration fournit les éléments suivants :

1° Intérêt et usure du matériel, à 10 pour 100, 600 francs pour la campagne, soit, par jour	5f	00
2° Entretien et réparations	0	60
3° Combustible	124	80
4° *Main-d'œuvre*, néant	»	
5° Éclairage, menus frais	1	00
Total	131	40

La concentration de 1,000 kilogrammes de jus ne coûte que 3fr,87 et les 100 kilogrammes de sirop faible à 50 p. 100 de richesse reviennent à 2fr,20, en sorte que la différence est assez grande pour constituer un résultat notable pour la durée de la campagne.

Si l'on ajoute à cette considération que ces appareils sont merveilleusement adaptés à l'emploi de la vapeur détendue, surchauffée ou non, et des vapeurs de retour, on comprendra

qu'il soit possible de supprimer la dépense de combustible comme avec les appareils à basse pression, en sorte que les instruments de ce groupe peuvent être considérés comme les plus avantageux de tous ceux qui existent sous le rapport de l'économie.

IV. — Prix de revient de la cuite.

Il a été admis, comme point de départ, que l'on opère sur 50,000 kilogrammes de jus atténué et que cette quantité fournit 17,6 pour 100 de sirop faible, à 50 pour 100 de richesse, par la concentration. Le prix de revient de la cuite ou du complément de concentration peut se déduire de ces données. Sans chercher à établir des différences puériles, nous nous contenterons d'étudier les dépenses de cette opération pour le cas de la cuite à la vapeur directe et à l'air libre et pour celui de la cuite à basse pression, ces deux circonstances résumant, à peu d'exceptions près, la situation de la pratique.

Cuite à l'air libre. — En admettant la cuite régulière à 10 pour 100 d'eau, les 8,800 kilogrammes de sirop faible de l'exemple choisi doivent se réduire à 4,840 kilogrammes de masse cuite par la vaporisation journalière de 3,960 kilogrammes d'eau. On sent d'avance que toute la question dépend du temps que l'on veut employer à l'opération, au moins par rapport à la surface de chauffe et au nombre des chaudières, et nous avons vu (p. 303) que le travail par 12 heures n'exige que la vaporisation de 330 kilogrammes d'eau par heure. Il est clair que si l'on voulait opérer la cuite des sirops en 4 heures, par exemple, il faudrait une surface de chauffe triple, ou un nombre triple de chaudières. La limite de 12 heures est rationnelle et elle fournit les conditions d'une bonne moyenne pratique, en diminuant la surface de chauffe dans une proportion suffisante et en accordant un temps convenable pour la reprise des sirops.

Il a été dit qu'une seule chaudière peut faire le travail, pourvu qu'elle présente une surface de chauffe de $3^{mq},393$, et nous ajouterons seulement qu'il est préférable de produire cette surface par des serpentins de $0^{m},04$ de diamètre, afin de rester dans une bonne limite de longueur.

D'autre part, la dépense réelle de calorique, par la vapeur directe, se compose des sommes suivantes :

1° Pour porter à + 100° la quantité de sirop à cuire par heure, soit 733k,33, on a à agir sur 366k,66 d'eau et autant de sucre. Le coefficient de chaleur spécifique de l'eau étant 1, celui du sucre est seulement de 0,6847 (t. II, p. 171), et il s'ensuit que si, par une température initiale de + 20°, il faut 80 calories pour porter 1 kilogramme d'eau à + 100°, la transmission de 54 calories 776 suffira pour porter 1 kilogramme de sucre à la même température. Pour les quantités traitées, il faudra donc transmettre 29,335 calories environ (29,332,5) à l'eau de dissolution et 20,085 calories au sucre dissous.

Ces deux nombres additionnés fournissent un chiffre de 49,420 calories à transmettre.

2° La vaporisation de 330 kilogrammes d'eau à + 100° requérant la transmission de 330 × 617 = 203,610 calories, on doit transmettre en tout 223,695 calories, ce qui équivaut à la dépense de 50k,268 de charbon par heure, ou, pour les 12 heures de travail, à une dépense de 603 kilogrammes, que l'on peut porter à 800 kilogrammes, pour tenir compte de toutes les circonstances.

Enfin, la journée de cuite n'étant que de 12 heures, on n'a besoin que d'un seul ouvrier et les éléments du compte de frais peuvent se dégager aisément de ces données.

Frais de la cuite à la vapeur et à l'air libre par les appareils ordinaires à serpentins.

1° Intérêt et amortissement du capital d'installation, à 10 pour 100 ; pour la campagne 280 francs, soit, par jour.	2f	33c
2° Entretien et réparations, environ................	0	50
3° Combustible, 800 kil. à 36 fr. la tonne............	28	80
4° *Main-d'œuvre*, 1 ouvrier à 2 fr. 50 c..............	2	50
5° Menus frais, environ.........................	0	75
Total des frais de cuite.............	34	88

La cuite de 100 kilogrammes de sirop coûtera environ 0f,396 et les 100 kilogrammes de masse cuite auront dépensé, dans la concentration complémentaire, environ 0f,72. On comprend, d'ailleurs, à la suite des observations faites plus haut, que la dépense de la cuite puisse être abaissée à un chiffre insignifiant par l'adoption d'un dispositif simple, qui permettrait la sur-

chauffe et l'emploi des vapeurs de retour. Il en serait encore de même dans tous les cas où l'on pourrait utiliser l'air chaud pour cette opération.

Cuite dans le vide. — On peut porter à 60,000 calories la quantité de chaleur transmise dans les appareils à basse pression, puisque cette transmission se fait par serpentins, comme dans le cas précédent. L'appareil coûte 15,000 francs dans de bonnes conditions, avec ses accessoires, et il faut deux journées d'ouvrier, pour la main-d'œuvre.

Il ne paraît pas nécessaire de tenir compte de la basse température de l'ébullition, laquelle n'apporte pas une économie très-importante, en présence de la dépense qui est nécessitée par le jeu des pompes, par le fonctionnement du condenseur, etc. En effet, cette économie ne porte que sur le calorique d'échauffement ou d'ébullition, et il n'y a pas lieu de faire une réduction notable sur le chiffre du combustible. On aura donc les données suivantes pour l'ensemble des frais occasionnés par ce travail.

Frais de la cuite à la vapeur et dans le vide par un appareil à simple effet.

1° Intérêt du capital d'installation et usure du matériel, à 10 pour 100; pour la campagne, 1500 fr., soit par jour.	12f	50c
2° Entretien et réparations, environ.	1	00
3° Combustible, 800 kil. à 36 fr. la tonne.	28	80
4° *Main-d'œuvre*, 2 ouvriers à 2 fr. 50 c.	5	00
5° Éclairage, menus frais.	1	50
Total des frais de cuite.	48	80

La cuite de 100 kilogrammes de sirop coûtera environ 0f,55, et celle de 100 kilogrammes de masse, à 10 pour 100 d'eau, reviendra à 1 franc. Le véritable avantage de ces appareils consiste moins dans l'économie du travail que dans la qualité des produits et dans la possibilité de produire le grain dans l'acte même de la cuite. C'est là seulement que se trouve la raison de la supériorité attribuée aux appareils à basse pression, et ce serait une illusion regrettable de leur attribuer des résultats plus économiques sous le rapport de la dépense stricte et rigoureuse. Une amélioration de la *balance* ne peut être demandée à ces instruments qu'en raison d'une plus-value déter-

minée qu'ils pourraient apporter aux produits dans certaines circonstances.

Cuite des seconds jets. — Dans l'exemple adopté, on se trouve en présence de 1,936 kilogrammes de sirop d'égout de premier jet, qui perd 338k,8 d'eau à la recuite, pour fournir 1597k,2 de seconde masse. Dans une organisation bien prévue, le matériel n'a pas à être compté, puisqu'il est le même que pour les premiers jets, au moins dans la cuite à l'air libre et, dans le travail à basse pression, il suffit d'une seule chaudière. Il ne s'agit donc ici que d'évaluer la dépense en combustible, main-d'œuvre et accessoires, et cette évaluation ne présente aucune difficulté après ce qui précède. En partant d'une température initiale de + 20°, on a 617 × 338,8 = 239,889cal.,6 à transmettre pour la vaporisation de 338k,8 d'eau, et cette somme de calorique requiert la combustion de 53k,90 de charbon. La calorification de la masse entière, laquelle représente 1,452 kilogrammes de sucre, etc., avec 484 kilogrammes d'eau, exige 118,255 calories environ, en sorte que tout le combustible à dépenser est représenté par 80k,48 de charbon, ou par une dépense de 2f,90.

La main-d'œuvre est de peu d'importance, car on peut admettre que le cuiseur des premiers jets suffit, presque toujours, à conduire également ce travail. Dans le cas où il serait impossible de produire cette économie, un ouvrier spécial deviendra indispensable, et le lecteur se fera une idée très-approchée de la dépense totale en ajoutant à ces éléments le chiffre afférent au matériel, lorsqu'il convient d'installer une chaudière pour cette période de la cuite.

Les appréciations de chiffres qui résultent des calculs précédents peuvent, évidemment, être critiquées avec plus ou moins de raison, suivant le milieu où l'on est placé, suivant les circonstances de la méthode et de l'installation adoptées. Nous n'avons nullement songé à les donner comme règle absolue, et il importe de les considérer comme exactes seulement dans les conditions qui ont été prises pour bases. En se conformant à cette idée générale, juste en elle-même, on ne risque pas de tomber dans des erreurs sensibles et l'on peut calculer, à l'avance, l'ensemble des frais que devra supporter un sac de sucre, si l'on substitue les conditions locales à celles que nous

avons admises. Le côté utilitaire de ces calculs préalables frappe l'esprit sans qu'il soit nécessaire d'en faire plus longuement ressortir les avantages.

V. — Prix de revient de la cristallisation et de la purge.

La cristallisation peut être considérée sous divers points de vue, selon que l'on a produit la cuite en sirop ou en grains, suivant que l'on fait le travail en formes, en caisses ou en bacs. Dans le cas de la cuite en sirop, le matériel de cristallisation se compose de 5 bacs de 1,800 litres ou de 3 bacs d'une capacité double. Les petits bacs, bien construits, peuvent être obtenus pour 350 à 400 francs, ce qui représente un chiffre de 2,000 francs. Cette somme se réduit à 1,600 francs dans le cas de la cuite en grains, qui n'exige que 4 cristallisoirs.

Si la cristallisation se fait en formes, les 4,840 kilogrammes de masse de premier jet demanderont 98 formes. Mais, l'opération demandant 7 à 8 jours lorsque la purge se fait suivant l'ancienne méthode, il faut compter sur 98 × 8 = 784 formes, lesquelles, à 7f,50, coûteront 5,890 francs. Dans ce cas encore, il faut prévoir les pots d'égouttage ou les planchers lits-de-pains, qu'on ne peut guère évaluer au-dessous de 2 francs par forme, pour un travail complet. On devra donc ajouter 1,568 francs à la somme ci-dessus et l'emploi des formes requerra une dépense normale de 7,458 francs.

D'autre part, la cristallisation en bacs, après la cuite en sirop ou en grains, requiert un mélangeur mécanique et quatre turbines, en sorte que le prix de cette partie de l'installation peut être porté à 12,500 francs, avec la transmission, les frais d'agencement et les accessoires.

En ce qui concerne la main-d'œuvre, le travail des formes exige 6 ouvriers par équipe ou 12 ouvriers par 24 heures, tandis que les turbines ne demandent que 8 ouvriers pour les deux équipes.

Si l'on ajoute à ces considérations que la cristallisation des seconds produits demande *au moins* 12 petits bacs de 1,100 litres, valant 300 francs environ, on aura les éléments suffisants pour apprécier cette question et établir les frais de la cristallisation et de la purge suivant le système auquel on se sera arrêté.

Observations. — Nous devons avouer que nous ne comprenons pas très-bien que l'on fasse des troisièmes jets en sucrerie de betteraves, et il nous a toujours semblé qu'il serait préférable de forcer un peu la cuite pour les premiers et les seconds jets, plutôt que de s'imposer les ennuis et les dépenses d'une troisième recuite. Cette objection, d'ailleurs, est d'une importance assez secondaire, car il est aisé d'en juger la valeur au point de vue argent. Il s'agit, en effet, de savoir s'il y a un intérêt notable à attendre 3 kilogrammes de sucre pendant 4 ou 5 mois au lieu de livrer immédiatement les égouts de second jet à la distillation et de liquider le travail de la campagne quelques jours après le râpage. Le lecteur a déjà répondu, sans doute, à cette question; mais, en présence de la pratique courante, nous ne pouvons que mentionner une manière de voir personnelle, sans prétendre la justifier par une discussion peu utile.

D'un autre côté, ne serait-il pas logique de réunir les sucres de second jet aux sirops de premier jet, ou même aux jus déféqués, afin de n'obtenir qu'une sorte de produit, présentant toutes les qualités requises? Cette idée, qui est aussi celle de Walkhoff, mérite d'être étudiée par la fabrication, et nous pensons que la pratique pourrait en tirer des avantages incontestables.

On pourrait, sans aucun doute, s'étendre encore beaucoup sur cette question si importante des frais et des prix de revient, mais les détails qui ont été donnés dans les pages précédentes semblent devoir suffire pour permettre à l'industriel de raisonner la situation qui lui incombe par l'établissement d'une fabrique de sucre. Nous allons donc clore ce chapitre par quelques données que nous croyons dignes d'intérêt, en laissant à l'expérience des fabricants le soin de combler les lacunes, de réparer les oublis ou même les erreurs involontaires qui auraient pu nous échapper.

Une industrie aussi importante que la fabrication du sucre ne peut être étudiée complétement dans un ouvrage de technologie. Tous les jours, il surgit de nouveaux faits, de nouveaux détails, et le spécialiste le plus compétent ne saurait avoir la prétention d'avoir tout prévu, en bien ou en mal, parmi les choses qui peuvent surgir de la manière la plus inattendue. C'est aux publications périodiques, dont plusieurs sont dirigées

par des hommes de talent réel et de mérite reconnu, qu'il appartient de discuter les faits nouveaux, de les étudier à mesure de leur apparition, en attendant que l'application ait prononcé. Le rôle du technologiste le condamne à un cadre plus restreint, dans lequel l'exposé des principes fondamentaux doit tenir la plus grande place. C'est, en effet, par la connaissance des principes scientifiques et de leur valeur industrielle que le fabricant peut échapper aux écueils dont sa route est parsemée, et nous avons cherché, au cours de cet ouvrage, à les rappeler constamment à l'esprit du lecteur.

VI. — APPRÉCIATIONS GÉNÉRALES.

On peut dire que le succès d'une fabrique de sucre dépend de conditions générales, qui intéressent également la plupart des autres industries. Ces conditions sont faciles à analyser. Le matériel d'installation doit être réduit au nécessaire, afin de diminuer le capital engagé et, par conséquent, le prix de revient. Ce côté de la question a été étudié. On doit tendre à obtenir la plus grande quantité de produit, de la meilleure qualité possible, par le traitement d'une quantité donnée de matière. La main-d'œuvre et la dépense de combustible doivent être portées au minimum par une combinaison intelligente des actions. Enfin, on doit, par tous les moyens dont on dispose, abréger la durée des opérations et diminuer les pertes qui se produisent dans le travail. La plupart de ces points ont été examinés, mais il semble qu'il soit utile de mettre sous les yeux des fabricants les détails relatifs aux causes de pertes dans les opérations, d'insister sur la durée des divers actes du traitement sucrier et d'examiner si les produits présentent toutes les qualités qu'on serait en droit d'exiger. Ces points sont d'une importance assez grande pour qu'on évite de les passer sous silence et il nous a semblé utile d'y consacrer quelques lignes avant d'entrer dans l'étude de la sucrerie agricole.

Pertes dans la fabrication. — Les causes de pertes dans le travail sont très-nombreuses, et c'est une grande preuve d'habileté lorsque l'on parvient à les atténuer.

En se plaçant dans les circonstances les plus habituelles, on sait déjà que les presses hydrauliques ne retirent pas plus de

80/96 du jus normal sur 100 kilogrammes de racines et, de ce chef, on perd au moins 16/96, ou 16,67 pour 100.

D'autre part, les betteraves perdent 1 pour 100 de leur poids à la râpe, en sorte que 100 kilogrammes de racines ne fournissent que 99 kilogrammes de pulpe. Comme, d'ailleurs, la division par le râpage fait absorber à la pulpe une grande quantité d'air, le volume de la pulpe augmente notablement et la densité diminue. Un hectolitre de pulpe, sortant de la râpe, contient au moins 25 litres d'air et 75 litres seulement de pulpe réelle.

Lorsque le jus passe à la défécation, il se trouve soumis à diverses causes d'altération qui peuvent conduire à des pertes sensibles. Malgré tout ce que certains personnages ont pu avancer, la présence du chlore et celle des alcalis conduisent à des pertes proportionnelles en sucre, à moins que l'on n'emploie, dès le moment même, des moyens d'annihilation réellement pratiques. Un séjour trop prolongé dans les réservoirs, l'action des ferments, celle trop longtemps continuée de la chaleur, sont des causes d'altération notable, sur lesquelles il est bon d'appeler encore l'attention des fabricants. Mais ces causes de pertes ont été examinées et nous ne mentionnerons ici que la perte du jus entraîné par les écumes. Ces matières, même bien pressées, retiennent en moyenne 4 pour 100 du jus ou 3,20 sur les 80 parties extraites, en sorte que ce chiffre de 80 de jus se trouve réduit à 76,80 après la défécation.

Les partisans du noir admettent que le dégraissage le plus attentif laisse dans cette matière 5 pour 100 de jus, et cette perte ramène le chiffre réel du jus à 72,96. Enfin, les pertes à la concentration et à la cuite peuvent être évaluées à 1 pour 100 en jus et le résultat final est que le produit en masse cuite est l'équivalent de 72 parties de jus normal seulement.

Sans qu'il soit nécessaire de porter à l'extrême la conséquence de ces faits, on voit que la masse cuite, à la suite des pertes de tout genre, dues à des causes mécaniques, ne représente que les 3/4 du jus normal de la racine, et il y a là, ce nous semble, un grave sujet de réflexion. Sur des racines à 10 pour 100 de richesse sucrière, il n'arrive que 7,5 de sucre à la cristallisation... Faut-il s'étonner, après cela, des rendements réels, si faibles, que l'on constate même chez les fabricants qui se vantent le plus de leurs résultats? Si l'on ajoute à ces causes de

pertes l'influence des alcalis, du chlore, d'un traitement souvent irréfléchi, on trouvera plutôt que la fabrication obtient tout ce qu'elle peut produire dans les circonstances où elle se place et, pour notre part, nous ne voyons rien d'étrange dans la moyenne de 5,25 à 5,30 que signalent tous les documents dignes de foi.

Le seul moyen de sortir de cette impasse consisterait dans une extraction plus rationnelle du jus, qui fournirait de 92 à 94 pour 100 de jus normal par 100 à 110 de jus atténué. La valeur réelle des pertes serait réduite à 8,54 de jus normal et la masse cuite obtenue correspondrait à 85,46 de jus pur. Jusqu'à présent, nous n'avons vu aucun fait qui se rapproche de ce desideratum, malgré les éloges accordés depuis peu aux presses continues de tout genre, dont la sucrerie fait aujourd'hui les frais. Aucun de ces instruments si vantés n'a soutenu l'épreuve expérimentale et n'a répondu entièrement aux promesses des prospectus. Il y a sans doute de bonnes presses continues, mais on ne doit pas perdre de vue un fait primaire qui se présente avant tout à l'observation. Ces instruments ne sont que des presses et ils ne peuvent rendre que ce que donnent les presses. On sait, par expérience, que les plus fortes pressions ne peuvent extraire la totalité du jus, et l'on comprend qu'il soit indispensable de joindre l'action de la lévigation ou de la macération à l'emploi de ces engins.

Durée des opérations. — S'il est très-intéressant de réduire à leur plus faible valeur les causes de pertes qui viennent d'être signalées, il ne l'est pas moins d'abréger la durée des opérations, afin de diminuer les causes d'altération qui dépendent d'un travail trop lent. En reprenant les bases de notre exemple, nous admettrons qu'il est produit 2,272 kilogrammes de jus par heure et que, à mesure de la production, ce jus est dirigé vers une chaudière de défécation. Soit donc l'extraction du jus d'une chaudière et le remplissage de ce vase exécutés en 30 minutes, à partir du moment où le travail est en train. Il faudra 15 minutes pour chauffer le liquide, 5 minutes pour le chaulage et l'élévation au bouillon, 15 minutes de repos et 20 minutes pour la vidange. On trouve ainsi un total réel de 85 minutes entre le commencement de l'arrivée du jus et la fin de la vidange, en laissant de côté le temps nécessaire à la sortie des

écumes et au nettoyage, ce travail n'empêchant pas le remplissage d'une autre chaudière.

En suivant le jus dans sa marche, on trouve que la saturation et le débourbage demandent environ 60 minutes, l'action de l'acide carbonique étant complète en 25 minutes. Le remplissage de la chaudière à saturation est représenté par la vidange de la défécation (20 minutes) et le débourbage peut conduire directement à la filtration. Cette dernière opération demande 60 minutes (p. 299).

La concentration peut être alimentée constamment à partir de la filtration et l'on est très-large en comptant 60 minutes pour la sortie du jus hors des filtres. Comme la concentration d'une chaudière se fait en 35 minutes au plus, et que le travail doit être continu ou à peu près, il n'est pas utile d'adopter les calculs en raison desquels il faudrait compter 3 ou 4 heures pour cette opération, dans le but d'emmagasiner la provision de jus nécessaire pour le remplissage des appareils. Ici, le cas le plus simple est supposé, évidemment, afin d'apprécier le temps minimum des opérations.

Il faut 60 minutes pour la filtration du sirop, et un temps égal pour la cuite à 10 pour 100 d'eau.

De ce qui précède, il résulte que, *à la rigueur*, et dans les conditions les plus simples, par un travail suivi, un jus sortant de la râpe *peut* être transformé en masse cuite en 360 minutes ou 6 heures. En moyenne, on n'atteint pas cette rapidité et, notamment avec l'emploi des appareils à effets multiples et la cuite dans le vide, la nécessité de préparer des jus pour les appareils de concentration, et des sirops pour la chaudière à cuire, conduit à dépenser un temps double. On évalue habituellement à 15 heures le temps normal nécessaire pour faire passer un jus à l'état de masse cuite dans ces circonstances.

Ici encore il y a matière à observation. Lorsque les appareils sont bien compris et bien disposés, toutes les portions du travail doivent s'enchaîner et se suivre sans que l'on soit obligé à des temps d'arrêt pour attendre quoi que ce puisse être en dehors de la normale, et ce n'est pas raisonner industriellement que de conseiller l'intermittence dans les fonctions.

La marge est grande, comme on le voit, puisque la durée du travail peut varier du simple au double; mais, pour peu que l'on veuille prendre la peine de réfléchir, on conçoit très-bien

une organisation *par continuité*, dans laquelle les liqueurs ne s'arrêtent nulle part, au moins pour la portion la plus considérable. On comprend que les temps d'emplissage des vases jusqu'à la *ligne de travail* soient indispensables, mais c'est là tout, et il est certain que la fabrication peut réaliser de notables améliorations sous ce rapport. Il est évident, d'autre part, que l'extraction du jus des dépôts, les dégraissages, etc., conduiraient à des retards et à des irrégularités, si l'on n'avait pas prévu les actions nécessaires et si les produits de ces opérations secondaires ne rentraient pas à mesure dans le travail. Cette mesure d'ordre est tellement simple qu'il ne paraît pas qu'on ait à la discuter.

Qualité des produits. — La qualité des produits de la sucrerie dépend d'abord de la richesse sucrière. Mais cette richesse peut être fort réduite, malgré le chiffre apparent, en raison de la présence des sels étrangers, du glucose ou sucre incristallisable, et de différentes matières organiques. La nuance n'est guère qu'une qualité accessoire, en raison de la très-minime proportion de matière colorante qui suffit à donner au sucre brut une teinte très-foncée. Pourvu que le sucre soit nerveux et sec, en cristaux bien formés, bien purgés de l'eau-mère, pourvu qu'il ne contienne que le minimum de matières minérales et de glucose, la nuance n'offre que peu d'importance, et un sucre qui présente les conditions qui viennent d'être rappelées, avec une grande richesse saccharine, doit être considéré comme un excellent produit.

Plusieurs écrivains ont évalué les produits sous un rapport théorique qui nous semble inexact. D'autres, plus pratiques, tout en s'appuyant sur certaines données techniques, ont cherché à établir des règles pour l'appréciation de la valeur des rendements. Ainsi, Walkhoff a fourni des calculs dont les bases numériques sont assez intéressantes. Voici, en extrait sommaire, le raisonnement de l'auteur allemand :

100 parties de jus de betterave contenant 3,8 de matières étrangères (sels), les 96 parties de jus renfermés dans 100 de betterave contiennent 3,65 de sels. Les 80 parties de jus normal extrait renferment 2,92 de ces mêmes sels et, si le travail en sépare la moitié, il doit en rester dans la masse cuite 1,461. Cette masse étant de 10,35 pour 100 de jus, elle contient :

Sucre	7,95	=	9,41
Sels	1,46		
Eau, 10 pour 100			0,94
Total			10,35

En admettant que le sucre, dans sa cristallisation, entraîne 0,04 de sels étrangers et 0,02 d'eau, on comprend que les sels restant dans le sirop d'égout sont diminués de ces 4 pour 100 qui ont été vendus avec le sucre, et que le reste (= 1,20 pour 100) empêchera la cristallisation d'un poids égal de sucre. La mélasse ne serait formée, normalement, que de :

Matières salines étrangères	1,20	=	2,40
Sucre engagé	1,20		
Eau, 23 pour 100			0,55
Total			2,95

Ce qui est le plus intéressant dans ces calculs repose précisément sur cette allégation, que le sucre brut commercial, à 94 pour 100, se compose de :

Sucre	94	=	100.
Sels étrangers	4		
Eau	2		

Il est clair pour tout le monde que, par le trop célèbre coefficient 5, un tel sucre serait de fort mauvaise qualité, au moins au point de vue où se placent les raffineurs français. Walkhoff, en partant de ces calculs, a dressé deux tables de rendement assez curieuses à consulter et desquelles il résulte que le sucre brut contiendrait des proportions très-notables de sels étrangers[1].

Dans les analyses de M. E. Monier, les sucres indigènes, à 94 de richesse, ont offert un maximum de cendres de 1,80 pour 100, et le chiffre le plus élevé, sur 51 analyses de toutes les nuances, n'est que de 2,50, ce qui est fort loin du chiffre 4 indiqué par l'auteur allemand. Nous avons nous-même trouvé de 0,48 à 2,30 de sels dans des sucres bien purgés de toutes nuances, et nous avons quelque peine à nous expliquer la cause d'une différence aussi considérable. En général, cependant, les sucres allemands ne sont pas bien purgés, et nous

1. Voir les *Notes*.

en avons encore la preuve dans des échantillons conservés depuis l'Exposition de 1867. Cette circonstance pourrait peut-être mettre sur la voie et fournir une indication utile. Quoi qu'il en soit, la moyenne des cendres, dans les sucres indigènes, est de 1 pour 100, tandis qu'elle est beaucoup au-dessous de ce chiffre dans les sucres exotiques.

Le chiffre du sucre incristallisable est sujet à de très-grandes variations. Il est très-élevé et peut atteindre jusqu'à 10 pour 100 de la masse dans les sucres exotiques *acides*, fabriqués sans défécation suffisante et, dans ces sucres, la moyenne est de 3 à 3,50 pour 100. Dans les sucres indigènes, au contraire, dont le traitement a été plutôt alcalin, ou au moins neutre, la proportion de glucose atteint rarement l'unité pour cent, et elle reste le plus souvent au-dessous.

Une des causes qui contribuent le plus à donner aux sucres l'*aspect gras* et visqueux consiste dans une mauvaise purge et une dessiccation incomplète. Par une purge mal faite, on laisse dans le produit du sirop qui praline les grains et les rend visqueux. Ce sirop augmente, en outre, l'impureté, par suite de l'excès de sels étrangers qu'il tient en dissolution. L'eau surabondante forme du sirop aux dépens du grain et produit le même résultat apparent que la mélasse, sans être, toutefois, une cause d'impureté.

En général, les sucres indigènes français contiennent de 0,60 à 2,50 d'eau pour 100; tandis que cette proportion est beaucoup plus considérable dans les sucres allemands. On trouve, en effet, dans ces derniers, jusqu'à 5 pour 100 d'eau. Les sucres exotiques sont, le plus souvent, très-humides, à moins qu'ils ne soient de haute nuance, et nous avons trouvé jusqu'à 6,10 d'eau pour 100 dans un sucre de la Martinique. La moyenne, dans ces sucres, est de 3 pour 100 environ.

Le lecteur ne se fera donc pas d'illusions au sujet de la qualité apparente des sucres, fort différente de la qualité réelle. Le but à se proposer est d'arriver à une purification complète des jus par l'élimination des sels et par la transformation des alcalis, de se débarrasser des substances albuminoïdes qui favorisent l'altération des sucres humides, de purger les cristaux de la totalité de l'eau-mère, et de faire disparaître l'eau excédante par la dessiccation. Ce n'est que dans ces conditions que l'on obtient un bon produit, quelle qu'en soit la nuance,

et l'on sait combien il est facile de blanchir les sucres, soit par le clairçage, soit par le turbinage.

Nous n'insisterons pas sur ces points de détail, dans la persuasion où nous sommes que le fabricant, pénétré des principes de son industrie, comprend parfaitement ce qu'il doit faire pour atteindre le bien.

Il nous semble au moins inutile de reproduire ici l'ensemble des moyens qui ont été proposés pour garantir le contrôle du travail. Il n'est pas un fabricant dont l'expérience ne soit un guide plus sûr que tous les tableaux et tous les modèles de comptabilité. Lorsque l'on connaît le poids exact de la matière traitée par jour, qu'on a apprécié la richesse des jus et des sirops, que les opérations sont dirigées par un contre-maître intelligent et honnête, il est toujours facile de se rendre compte des résultats journaliers, surtout en France, où les écritures de la régie sont tenues avec la plus grande exactitude.

LIVRE IV

SUCRERIE AGRICOLE

Au moment d'aborder une des questions les plus graves qui puissent se présenter en sucrerie, il semble que ce soit un devoir de préciser avec le plus grand soin la pensée qui nous a guidé, depuis 1854, dans la lutte que nous avons entreprise en faveur de la sucrerie agricole. On peut, en effet, prêter aux réclamations les plus louables et les plus désintéressées des motifs bas et indignes, et l'on a déjà vu des interprètes complaisants se faire un rôle facile en travestissant ce qu'ils ne comprennent pas ou ce qu'ils ne veulent pas comprendre. Il est temps, ce nous semble, de mettre un terme aux allégations de tout genre dont l'idée de la sucrerie agricole a été le but de la part de quelques champions maladroits.

Pour cela, il suffit de dire la vérité tout entière, sans préoccupation des conséquences.

Or, dans l'acception littérale du terme, la sucrerie agricole consiste dans l'extraction du sucre par le fermier lui-même, à l'aide de ses ouvriers agricoles, dans le traitement des produits du sol, aux lieux de production, par le producteur.

Nous prétendons que cette idée remonte à l'origine même de la sucrerie et que son exécution est un bienfait général pour l'agriculture et pour le pays...

Qu'étaient, en effet, les premiers fabricants de sucre indigène, sinon des cultivateurs qui extrayaient le sucre de leurs propres betteraves? Sans recourir aux milliers d'exemples qu'il serait loisible de citer, le nom de l'illustre Mathieu de Dombasle donne à lui seul la preuve de cette proposition. Les fabricants de sucre exotique n'étaient-ils pas aussi des cultivateurs de canne, produisant eux-mêmes la matière première qu'ils traitaient dans leurs usines? On ne les appelait pas des

fabricants de sucre, mais bien des planteurs de canne à sucre, et la transformation directe de leur produit cultural était considérée comme l'objet secondaire dans leur situation.

Il est à remarquer un fait sur lequel on ne semble pas avoir apporté une attention suffisante, et qui démontre d'une manière évidente la façon de procéder de l'industrialisme. Tout le temps que la sucrerie fut dans les langes, qu'il y eut des sacrifices considérables à faire, sans que la certitude des résultats pécuniaires en fût devenue la légitime compensation, on ne vit pas la spéculation, la banque, songer à fabriquer du sucre, et le rôle pénible fut abandonné aux agriculteurs. Une multitude de noms célèbres sont là pour affirmer cette vérité, au moins pour la France, et il y a peu d'années que, par une auguste volonté, une récompense tardive, quoique méritée, venait trouver l'un de ces héros de notre industrie indigène, et couronner une vie de travail et d'abnégation. Mais quand la sucrerie eut jeté des racines vivaces dans le sol européen, lorsqu'elle commença à *gagner de l'argent*, les capitalistes, les spéculateurs, les banquiers, trouvèrent qu'ils ne *gagnaient* plus assez en prêtant de l'argent à gros intérêt à la sucrerie; ils voulurent tout, après avoir longtemps tiré une part déjà trop large dans un travail auquel ils ne participaient point. La sucrerie fut scindée, et l'on eut, d'un côté, les agriculteurs producteurs, obligés d'abandonner le côté industriel et de se borner à la production de la matière première et, de l'autre, les spéculateurs, montant à grands frais de vastes usines, et payant le moins possible les plantes saccharifères à ceux qui avaient eu le mal de les faire croître.

Quelques-uns ont vu dans cette séparation de l'industrie sucrière en deux branches, la production et la transformation, une mesure avantageuse pour l'industrie elle-même, et nous admettons volontiers que, en dehors de l'association, peu d'agriculteurs auraient pu dépenser des millions pour constituer les vastes établissements qui fonctionnent aujourd'hui. La question n'est pas là; il s'agit bien plutôt de savoir si, au point de vue de l'intérêt général du pays et à celui de l'intérêt de l'agriculture, il ne vaut pas mieux que l'agriculteur produise son sucre comme il fabrique son vin avec le raisin de ses vignes. Pour nous, le doute n'est pas permis, et le retour de la sucrerie à son origine est le plus grand bienfait que l'on

puisse répandre sur l'agriculture européenne et le plus grand service qui puisse être rendu au pays où l'on parviendra à le rendre effectif.

La preuve en est aussi facile à donner que convaincante. En ce qui concerne l'intérêt agricole d'abord, et sans remonter à l'époque où l'industrialisme voulait payer la betterave à raison de 12 francs les 1 000 kilogrammes, c'est-à-dire à un prix dérisoire qui n'assurait nullement la rémunération du travail cultural, en prenant les choses comme elles sont aujourd'hui, et en comptant la betterave à 20 francs en moyenne, il est certain que, même à ce prix, les industriels qui achètent les racines sont en bénéfice et qu'il n'y aurait aucun inconvénient à ce que ce bénéfice restât acquis aux cultivateurs du sol. Il n'en existerait pas moins, et nous verrons plus tard qu'il serait beaucoup plus considérable, mais il appartiendrait à ceux qui ont en réalité le droit d'y prétendre le plus, puisqu'on ne peut dénier à aucun producteur le droit absolu de tirer le parti le plus avantageux de ses produits. N'est-il pas bien évident, aux yeux de tout homme sensé et réfléchi, qu'un millier de fermes, fabriquant par jour dix sacs de sucre avec le produit de leurs récoltes, trouveraient, dans une plus-value considérable, l'argent qui leur manque, c'est-à-dire le moyen le plus énergique d'amélioration culturale? Les agriculteurs n'auraient-ils pas encore à bénéficier, dans cette situation, de l'absence de transports écrasants, et de tout cet avantage qui résulte de la transformation de ses propres produits faite chez soi, sans frais accessoires, et laissant sur le sol producteur, directement, tous les résidus utilisables pour le bétail ou l'engrais des terres? La question ainsi posée ne peut avoir deux solutions, et le raisonnement s'applique aussi bien à la canne et aux autres matières saccharines qu'à la betterave.

Il a été dit plus haut que ce retour de la sucrerie à sa base originelle, c'est-à-dire à l'usine en ferme, est du plus haut intérêt pour les pays où elle pourra s'effectuer et, ici encore, les preuves surabondent. Il est impossible, en effet, à une grande usine, d'arriver au prix de revient modéré de la ferme. L'importance de l'outillage, celle non moins onéreuse d'un personnel nombreux, la nécessité d'acheter la matière première à des conditions variables sous tous les rapports, exhaussent d'une manière très-notable la valeur brute du sac de sucre.

Au contraire, chez le fermier-fabricant, qui peut opérer sa transformation avec un outillage modeste et restreint, qui n'a besoin, ni de directeur, ni d'ingénieurs, ni de chimistes, ni de contre-maîtres, dont le travail s'opère à l'aide de ses ouvriers agricoles, pendant la mauvaise saison impropre aux travaux des champs, il est bien démontré que le prix de revient doit être considérablement réduit. Or, dans ce cas, le prix de vente à la consommation peut être notablement abaissé, et l'usage du sucre peut devenir accessible à un plus grand nombre.

A côté de ce premier point, contre lequel il n'apparaît pas d'objection sérieuse, il est une considération non moins importante qui doit appeler toute l'attention des économistes. La vie des ouvriers agricoles est pénible en tout temps; toutes les saisons leur apportent un large contingent de privations. Mais quand l'hiver survient avec son chômage forcé, combien d'entre eux ne sont-ils pas réduits à la dernière misère? N'y a-t-il pas un intérêt public de premier ordre à multiplier sur tous les points du sol les moyens pratiques de faire cesser cet état de choses et de substituer l'aisance à la détresse? On a beaucoup parlé, en France et en Angleterre, de paupérisme; on s'est préoccupé vivement des moyens de retenir aux champs les bras qui s'en écartent, et il ne paraît pas que ces préoccupations aient conduit à autre chose qu'à des paroles et à des discours. Pour sortir du domaine de l'utopie et rentrer dans les faits pratiques, n'est-il pas clair que le seul remède à cette situation consiste à faire gagner de l'argent à ceux qui n'en gagnent pas, et à assurer l'aisance et le bien-être au village? Les jeunes gens de nos campagnes seraient moins tentés d'émigrer pour la ville, s'ils rencontraient auprès d'eux des moyens d'existence, leur garantissant les mêmes chances de travail qu'ils espèrent rencontrer ailleurs. Pour raisonner plus strictement encore, les théoriciens doivent savoir que, sauf exception, l'habitant des campagnes n'est pas migrateur; l'amour du clocher n'est pas un vain mot, et ceux qui s'en écartent ne le font, le plus souvent, que possédés par l'impérieuse nécessité de vivre...

N'est-il donc pas vrai que, sous ce dernier rapport, la fabrication du sucre en ferme serait un puissant auxiliaire contre le dépeuplement des campagnes, et une précieuse ressource contre la misère de nos populations rurales. On a déjà vu, à

cet égard, les bons effets produits par la distillerie en ferme, et il est certain qu'une industrie plus vivace, moins soumise aux fluctuations commerciales, produisant une matière de première nécessité alimentaire, serait beaucoup plus avantageuse.

Si l'on ajoute à ces considérations que l'extension de la culture des plantes sucrières sarclées serait le principal moyen d'amélioration de notre sol, que la diminution du prix de revient des nourritures permettrait d'engraisser un bétail plus nombreux, d'obtenir la viande à meilleur compte, de la rendre accessible au plus grand nombre, on comprend que la multiplication des engrais entraîne celle des récoltes, que l'abondance des matières alimentaires supprime les disettes et que la diminution de valeur vénale de la laine, du cuir, etc., étend son influence sur une population tout entière, en facilitant les moyens de vivre, et de mieux vivre, plus économiquement.

Voilà, très-sommairement, les principes qui nous ont guidé dans notre étude et nos recherches sur la sucrerie agricole; nous n'en reconnaissons pas d'autres, et nous voyons le salut des masses, non pas dans des moyens révolutionnaires, mais dans une équitable répartition des forces vives, dans le travail loyalement rémunéré, loyalement exécuté, offert partout à des hommes de bon vouloir.

Est-ce à dire, pour cela, que cette idée implique la malveillance contre la sucrerie industrielle? Non, certes; mais les faits sont là, et il est libre à tout le monde de les analyser et d'en déduire les conséquences. Il n'existe en réalité, en France et en Europe, qu'un petit nombre de fabricants de sucre, possesseurs de grands établissements, qui soient en outre des agriculteurs, c'est-à-dire qui fassent valoir leurs propres terres, et produisent eux-mêmes les betteraves nécessaires à l'alimentation de leurs usines. La plupart des fabriques ne sont autre chose que des établissements de spéculation, formés avec ou sans commandite, pour l'exploitation de l'agriculture, et nous devons avouer que nous ne portons qu'un intérêt fort médiocre, dans l'avenir, à la prospérité de ces fabriques, dans lesquelles nous ne voyons, en quelque façon, que des opérations usuraires, dont l'agriculture est l'objectif et la victime. Nous faisons une grande différence entre telle grande sucrerie appartenant à un agriculteur, ou même à une réunion d'agricul-

teurs, pour transformer sur place les produits du sol, et l'établissement de tel banquier, retour des Indes, ou de tel courtier d'affaires, qui a trouvé bon de fonder une sucrerie, souvent avec les capitaux d'autrui, dans le but de faire de l'argent aux dépens du travail cultural. Autant nous estimons l'agriculteur industriel, placé à la tête d'une grande ou d'une petite exploitation, et qui a su joindre à l'agriculture les industries de transformation qui sont à sa portée, autant nous méprisons l'industrialisme et ses adeptes, surtout lorsque nous entendons ceux-ci proclamer qu'ils sont indispensables à l'utilité générale.

Notre conviction est qu'ils sont nuisibles à tout et à tous, sauf à eux-mêmes, et nous pensons que cette vérité ressortira pleinement des observations qui précèdent.

CHAPITRE PREMIER.

Situation générale.

Si l'on applique spécialement à la France un raisonnement dont la justesse ne semble pas contestable pour les autres nations européennes, on trouve que la sucrerie, examinée dans son ensemble, doit compter avec les éléments les plus disparates. D'un côté, on rencontre de grands agriculteurs, fabricants de sucre, qui sont restés dans le domaine de l'agriculture, et n'ont pris au mouvement de l'époque que la manie des grands outillages, ou, plutôt, des outillages à réclame.

Tout près de ces fabricants, qui représentent l'élite de l'industrie française, et pour lesquels on ne peut avoir trop de considération, en raison de leur rôle vraiment utilitaire, on rencontre les spéculateurs industriels, qui se sont implantés, comme une véritable lèpre, à travers les intérêts agricoles, qu'ils détournent de leur sens et de leur destination. Les établissements fondés par l'industrialisme font du sucre, il est

vrai, beaucoup de sucre même, mais on doit les considérer comme les ennemis les plus nuisibles et les adversaires les plus acharnés des intérêts culturaux.

A côté de ces deux premiers éléments se trouvent les producteurs agricoles, autrefois fabricants, au moins en principe, et devenus simplement producteurs et vendeurs de betterave. Ceux-ci ne participent à la situation que si, produisant le maximum par hectare, ils arrivent à vendre leurs produits à un prix maximum.

Un groupe annexe se compose des raffineurs dont l'influence sur la sucrerie n'est pas contestable, mais dont l'inutilité est tout aussi démontrée. Quel que soit le mérite personnel de ceux qui se livrent à cette industrie, c'est à eux surtout que l'on doit le haut prix du sucre, et l'on ne comprend guère comment le producteur primitif ne purifie pas lui-même ses produits. Il y a encore, par le fait même de la raffinerie, d'immenses outillages à payer, des bénéfices énormes à supporter, et c'est la consommation qui en fait les frais.

Enfin, et en dernière ligne, bien qu'ils aient la prétention de se poser au premier rang et de se faire les régulateurs de choses pour lesquelles ils n'ont pas qualité, se trouvent les chaudronniers, décorés, depuis quelques années, du nom de constructeurs.

Le public, le consommateur, n'a guère qu'un rôle passif en tout cela, et ce rôle se borne à payer le sucre à un prix tellement élevé qu'il semblerait qu'on soit en voie de rétrogradation plutôt que dans un mouvement progressif, dont, cependant, on fait tant de bruit. On n'entend parler que de progrès, et les matières les plus nécessaires à l'existence, le pain, la viande, le vin, etc., ont atteint une valeur vénale exorbitante, à la suite de laquelle plusieurs de ces matières sont véritablement hors de la portée du grand nombre. Les causes de cet état de choses sont de divers ordres, et si nous n'avons pas à rechercher ici celles qui influent sur la généralité des matières alimentaires, au moins pouvons-nous, et devons-nous même, nous préoccuper de celles qui réagissent sur le sucre.

En fait matériel, bien constaté par tous ceux qui prennent la peine de réfléchir, le sucre n'est pas cher, ne peut pas être cher. Pour être certain de la vérité de cette proposition, il suffit de voir que cette matière est un produit d'à-côté, un pro-

duit accessoire, destiné régulièrement à diminuer le prix de revient des aliments du bétail, toute autre manière de le considérer tombant évidemment dans l'absurde ou l'arbitraire. Or, en se plaçant à ce point de vue, l'agriculteur peut vendre le sucre à $0^f,60$ le kilogramme, avec un bénéfice moyen de 30 pour 100, et, en présence de cette situation, on est en droit de se demander comment il se fait que ce produit ne parvienne au consommateur qu'au prix de $1^f,40$ à $1^f,80$. On objectera, sans doute, que les impôts très-élevés qui pèsent sur le sucre sont la cause directe de cette situation. A cela nous répondrons que cette mauvaise condition n'est que transitoire, et que, même quand l'impôt était à 25 francs, le prix de vente à la consommation n'était guère moins exorbitant, puisque la plus basse valeur vénale cotée à cette époque n'a jamais été inférieure de beaucoup à $1^f,30$. Ce n'est donc pas là qu'il faut rechercher la véritable cause, ou, tout au moins, l'unique cause de cette élévation du prix du sucre. Il convient de chercher ailleurs, et l'on trouvera sans beaucoup de peine que les agissements de la raffinerie, sa pression sur le marché, l'influence des spéculateurs, la multiplicité des intermédiaires, sont la cause la plus directe de cet état de choses. Or, si, par la fabrication en ferme, dont le prix de revient, pour le sucre brut, peut être fixé vers $0^f,40$ le kilogramme, dont le prix de vente pourrait être établi à $0^f,50$, bien que nous l'ayons fixé hypothétiquement à $0^f,60$, le sucre doit encore atteindre un prix très-élevé de par l'impôt et les causes signalées tout à l'heure, la condition n'est-elle pas pire encore pour le sucre obtenu par la fabrication industrielle, puisque le prix de revient du kilogramme du sucre brut dans les établissements de ce groupe ne peut être regardé comme de beaucoup inférieur à $0^f,55$? Ce sucre, en le plaçant dans les conditions du produit agricole, à mérite égal, en le vendant à 30 pour 100 de bénéfice, atteindrait sur le brut la valeur de $0^f,775$, et il n'est coté, en ce moment, que vers $0^f,64$.

On voit que cette dernière valeur, très-rémunératrice pour la sucrerie agricole, ne comporte pas un grand bénéfice pour la sucrerie industrielle, laquelle ne peut guère réussir que par les grandes quantités qu'elle produit. Il y aurait donc un immense avantage à multiplier les fabriques agricoles et à restreindre le nombre des fabriques industrielles, puisque la ferme pour-

rait vendre à 0f,50, et avec un bénéfice égal, ce que l'usine ne peut guère vendre au-dessous de 0f,65.

En admettant encore que, dans des temps propices, et lorsqu'il aura été pourvu au désarroi de notre époque, les frais du raffinage, le bénéfice de cette opération, réunis à l'impôt et aux frais accessoires, représentent un chiffre égal à celui de la valeur du sucre brut, il n'en est pas moins vrai que l'on pourrait aisément, dans des circonstances qu'il est possible de prévoir, livrer le sucre à la consommation au prix de 1 franc le kilogramme ou de 0f,50 le demi-kilogramme. Et sait-on bien, parmi ceux qui passent pour s'occuper d'économie sociale ou politique, et qui, le plus souvent, ne s'occupent en réalité que de leur très-médiocre personnalité ou de leur ambition, sait-on les conséquences de ce fait, énoncé par ces mots : le sucre à 0f,50 la *livre* ? Mais il y a là, en moins de deux années, une augmentation énorme de la consommation; il y a là une source inépuisable de revenus pour l'État et l'agriculture; il y a même, ainsi que nous en avons fait plusieurs fois l'observation, un des moyens les plus efficaces pour arrêter les émigrations malsaines, pour lutter contre le paupérisme et obvier à l'ivrognerie. Cette plaie contemporaine n'est pas inhérente au caractère français. L'ivrognerie est plutôt un vice allemand que gaulois. L'emploi des boissons sucrées légèrement excitantes prévaudrait incontestablement, chez nous, sur l'usage des alcooliques, si la cherté du sucre n'apportait pas un obstacle à ce résultat...

Nous coupons court à cette digression, par laquelle nous avons seulement voulu faire voir que le consommateur, qui paye trop, pourrait payer beaucoup moins si le sucre était produit en ferme, tout en réservant au producteur et à l'État une situation à peu près identique. Il ne s'agit pas, dans une industrie d'alimentation, de créer beaucoup et à grand prix, mais bien de créer beaucoup, bon, et à bon marché ! On doit se souvenir que le petit consommateur est le plus grand de tous, précisément parce qu'il forme le nombre.

En face de ces divers intérêts qui se partagent la question sucrière, nous ne pouvons pas, sans doute, passer sous silence la part que vient prendre le Trésor public dans les produits de la sucrerie. Nous ne dirons que peu de chose à ce propos, et encore avec l'intention bien arrêtée de n'y revenir que le moins

possible. Il est absurde, évidemment, de rêver un État sans subsides ou de solliciter l'abolition des impôts. Il y a une absurdité tout aussi grande, compliquée d'une iniquité révoltante, à frapper de subsides et d'impôts exagérés les matières alimentaires ou les matières de première nécessité. Quel que soit le désordre mental où une situation désespérée puisse réduire l'esprit des gouvernants, jamais, dans aucun cas, de tels impôts ne doivent être frappés qu'à titre temporaire, et on ne doit en élever les bases qu'avec une excessive modération. Cette doctrine, qui était celle de l'empereur Napoléon III, dont toutes les pensées se dirigeaient vers l'intérêt des masses et vers les moyens de faciliter la vie matérielle à la population ouvrière, appartient également à tous les bons esprits, et il n'a fallu rien moins qu'un cataclysme pour qu'on se soumît, en France, à certains impôts, aussi mal appliqués dans la pratique que mal conçus dans leur assiette.

En dehors des circonstances particulières auxquelles nous faisons allusion, nous dirons donc que le sucre ne devrait pas être l'objet des expédients gouvernementaux; que l'impôt sur cette matière devrait être, sinon totalement supprimé, au moins considérablement réduit; et nous sommes certain que, par le chiffre de 25 francs, fixé, en 1860, par l'Empereur lui-même, tous les intérêts, même ceux du fisc, si insatiables qu'ils soient, recevraient une satisfaction suffisante.

Nous laissons de côté ce sujet et, dans les observations qui vont suivre, nous mettons complétement à l'écart la cause du consommateur et celle du Trésor, persuadé que nos lecteurs ne se méprendront pas sur nos idées à ce double point de vue.

I. — DES GRANDES FABRIQUES AGRICOLES.

Il existe encore de ces fabriques dans lesquelles on traite les matières premières produites par les terres appartenant à l'établissement, dans lesquelles on joint la culture et la fertilisation du sol, l'élève et l'engraissement du bétail, au traitement sucrier de la manufacture. On peut dire, des fabricants de ce groupe, qu'ils forment à eux seuls le noyau sérieux de l'industrie sucrière, parce que, seuls, ils ont conservé les grandes traditions de cette industrie, et que, seuls, ils s'appliquent à retirer, pour l'utilité publique et la leur, tous les résultats dé-

sirables de leur travail. C'est à eux que revient, en définitive, tout l'honneur de notre industrie française, et on ne peut trop leur savoir gré des luttes de tout genre qu'ils ont soutenues, des combats qu'ils ont livrés pour conserver intacts les errements de leur fabrication.

Cependant, la situation de ces fabricants est loin d'être ce qu'elle devrait être, et ils ne recueillent pas les fruits qu'ils devraient attendre de leurs efforts et de leur persévérance. Combien d'entre eux ne retireraient d'un travail incessant que des résultats d'une médiocre importance, si leur condition particulière, comme agriculteurs et producteurs de bétail, ne venait leur apporter quelques dédommagements? Grâce à un prix de revient moins élevé de la matière première, grâce à l'utilisation intelligente des résidus, dont ils savent faire ressortir une production abondante de viande, de laine, de fumier, et le reste; par suite de l'amélioration de leur sol, qui est la conséquence de leurs soins assidus, ils peuvent presque toujours braver la plupart des mauvaises chances qui s'attaquent à la sucrerie; car, si le sucre leur rapporte un bénéfice beaucoup moindre aux 100 kilogrammes, ils trouvent dans les résultats accessoires de leur fabrication des compensations suffisantes.

Ces fabricants sont certains que, dans la catastrophe qui menace les fabriques industrielles proprement dites, ils n'ont absolument rien à redouter, et que leur situation reste et doit rester inattaquable. Produisant eux-mêmes leur matière première, ils n'en doivent compte à personne, n'ont nul besoin de s'inquiéter sur les achats à faire ou les marchés à conclure, ne sont pas soumis aux exigences de producteurs étrangers; car, pour si grande que soit leur fabrique, ils n'en sont pas moins fermiers et producteurs de betteraves.

Il n'en est pas moins vrai que les errements à la mode, la folie des grands outillages, la recherche des procédés à effet, l'influence de la grande chaudronnerie, ont eu sur la situation même de ces fabricants un effet désastreux. Telle fabrique qui, avec un matériel bien installé et bien organisé, atteignant au plus 200,000 francs en tout, aurait pu traiter par jour, avec un succès au moins égal, sinon plus grand, de 100,000 à 120,000 kilogrammes de racines, a dû, pour obéir à des influences factices de tout genre, adopter des nouveautés aussi prétentieuses que peu profitables, et immobiliser des capitaux considérables.

On peut établir que, de ce chef, il y a peu d'usines de cette importance qui ne possèdent une valeur à peu près immobilisée de 750,000 à 800,000 francs, dont on ne retirerait pas le sixième si l'on avait à revendre. Il y a là 25 à 30,000 francs de revenus complétement perdus, et un tel chiffre n'est pas à dédaigner.

Voilà à peu près ce que les grands fabricants agricoles doivent de plus clair aux perfectionnements imaginaires des chaudronniers-constructeurs; mais on doit encore ajouter à cela que leur prix de revient est plus élevé qu'il ne devrait être, que leur rendement est très-faible, et que la qualité de leurs produits laisse autant à désirer que dans les fabriques industrielles.

Leur prix de revient est trop élevé, parce que l'emploi des grands engins et des méthodes illusoires que l'on connaît exige l'emploi d'un personnel spécial très-nombreux, et qu'ils ne peuvent se contenter d'utiliser pour leur fabrication leurs ouvriers agricoles seulement. L'augmentation des sommes immobilisées doit encore faire répartir sur le prix de revient un intérêt plus considérable d'un capital plus élevé, en sorte que ce qu'ils pourraient obtenir en bénéfice comme simples fermiers, par le sucre, ils ne l'obtiennent pas comme industriels.

Leur rendement n'est pas ce qu'il devrait être, puisque, malgré toutes les promesses des chaudronniers, de la maison Cail et des plus célèbres en tête, malgré toutes les imaginations qui sortent du cerveau trop fécond des inventeurs, ils ne sont encore arrivés, comme les industriels proprement dits, qu'à extraire 80 de jus normal sur 96. Aussi, n'y a-t-il rien d'étonnant à ce que le rendement moyen d'une campagne se cote entre 5,25 et 5,50 pour 100, avec des racines dont la richesse sucrière moyenne est de 9 à 10 pour 100, lorsque ce rendement devrait s'élever entre 6,50 et 7 de sucre marchand extrait et vendable.

En faisant le compte de ce que représente de plus-value un centième de produit en excédant, il est facile de voir que cet excédant n'augmente en rien les frais généraux ni la main-d'œuvre, qu'il est tout bénéfice, et que ce résultat, si minime qu'il paraisse, conduit à une augmentation journalière de 10 sacs de sucre pour une fabrique traitant 100,000 kilogrammes; de 1,000 sacs pour une campagne de 100 jours, ce qui représente, au bas mot, une perte sèche de 65,000 francs.

Il a été ajouté que la qualité des produits n'est pas ce qu'elle devrait être et, en effet, en faisant abstraction des sortes blanches obtenues à l'aide de frais qui compensent largement leur pureté plus grande, si l'on suppose que la totalité de la fabrication est à l'état de sucre brut, turbiné, clairçé au sirop d'égout et étuvé à l'ordinaire, on trouve que ce produit contient, en moyenne, de 1 à 1,25 pour 100 de cendres, grâce aux méthodes inintelligentes proposées à la fabrication par les *chimistes* spéciaux des constructeurs. La conséquence de ce fait conduit à une réfaction variable de 5 à 7,5 pour 100 sur la totalité du produit, et si l'on a pu se rendre compte de l'importance présentée par une augmentation de 1 pour 100 dans le rendement, on voit que la question de qualité et l'absence des matières minérales n'offre pas une gravité moindre.

Nous conseillerons donc aux grands fabricants agricoles, non pas de détruire un matériel coûteux, parce qu'on peut toujours utiliser ce qui existe ; mais de transformer leurs méthodes de manière à les simplifier, de revenir franchement aux procédés de la sucrerie en ferme, de répudier l'extraction par les presses, et de se pénétrer des doctrines de celui qui devrait être leur modèle à tous, de Mathieu de Dombasle, dont les efforts persévérants avaient déjà, en 1840, amené la sucrerie agricole à un point qui n'a jamais été atteint par la sucrerie industrielle.

II. — DES GRANDES SUCRERIES INDUSTRIELLES.

A la suite de ces observations, si l'on jette un coup d'œil sur les grandes sucreries qui achètent leur matière première, on est porté à se demander quelles sont les origines véritables de ces établissements, quelles en sont les ressources et quel en est l'avenir.

Il est remarquable, en effet, que, dans un pays comme la France, une industrie essentiellement agricole ait pu laisser empiéter sur ses droits et ses intérêts, sans protestation sérieuse, par des spéculateurs étrangers aux notions les plus élémentaires de cette même industrie. On ne comprend pas qu'au moins la sucrerie ne se soit pas défendue ; on aurait voulu la voir chercher à réagir contre les audacieux intrus qui s'en venaient chez elle, non pas partager, mais prendre la plus grande partie de ses intérêts et de ses avantages. Or, la sucrerie agri-

cole, la grande sucrerie, est restée muette; elle s'est contentée de plaintes stériles émises à voix basse et, soit égoïsme, soit lassitude, elle a laissé faire tout ce qu'on a voulu.

Il est du devoir des écrivains spéciaux de ne pas se laisser entraîner par une semblable insouciance, et d'avoir moins de laisser-aller ou moins de complaisance.

Un mot a été dit sur l'origine de la sucrerie industrielle et sur l'immixtion de l'agiotage et de la spéculation dans les usines sucrières. Ce qui a été dit est l'expression de la vérité, et l'on peut affirmer que si la sucrerie n'était pas devenue une splendide opération financière, les frelons de la banque et de la commandite ne se seraient pas attachés à la dépouiller, et auraient abandonné aux agriculteurs le soin de se tirer de l'aventure comme ils auraient pu. On ne trouve pas ces gens-là pour la lutte, quelque glorieuse qu'elle soit, mais on les rencontre toujours lorsqu'il s'agit de prendre part au succès et d'encaisser des profits pour lesquels ils n'ont pas travaillé. Qu'est-ce, en effet, qu'une sucrerie industrielle, sinon une affaire d'argent, dans laquelle l'agriculture n'est pour rien, sinon pour être exploitée, et où il ne s'agit que de faire rapporter à la mise le plus gros dividende possible, pour le plus grand bénéfice des metteurs en scène?

Lorsqu'il fut bien démontré que la sucrerie est une opération fructueuse, lorsqu'il fut entendu que l'organisation d'un établissement de ce genre représente un excellent placement, les hommes d'argent songèrent à s'en faire une proie, et ne se préoccupèrent pas beaucoup du rôle qu'ils allaient jouer. Il ne s'agissait plus que d'organiser l'affaire en banque, de faire souscrire des actionnaires, d'encaisser leur argent, sauf à conserver la plus grande part des produits, à des titres et sous des prétextes divers. Nombre d'établissements, en France et en Europe, se sont ainsi constitués, sans que les promoteurs de ces affaires pussent prétendre à la moindre connaissance théorique ou pratique relativement à la sucrerie et, surtout, sans qu'aucun ait jamais songé à ménager les intérêts de l'agriculteur producteur. Pour ces opérations, en effet, les paysans, les fermiers, les cultivateurs, ne pouvaient plus être que des machines à produire des betteraves; il importait, au point de vue du dividende, de ne les leur payer qu'au minimum, tout en les tenant enchaînés pour la plus grande durée de temps possible. Telle

est la situation exacte et rigoureuse, au sujet de laquelle pas un homme de bonne foi ne songera à nous contredire. Il n'est pas besoin, en effet, de connaître le sucre pour en faire. On achète les services d'un directeur, d'un ingénieur, d'un chimiste, moyennant un traitement déterminé; on se procure des contre-maîtres pour un salaire prévu, et des ouvriers aux plus basses conditions possibles. Moyennant argent, un architecte a créé l'usine, un constructeur a fourni le matériel, et la pression qu'on exerce dans un rayon déterminé fait que la concurrence s'éloigne, et que l'agriculteur, s'il veut cultiver des betteraves, est obligé de les vendre à la spéculation naissante. Comme on fait de très-grandes avances de capitaux, que l'on a des frais considérables, et qu'il faut cependant que tout cet argent rapporte son intérêt et des dividendes, on agit, sur le marché sucrier même, par toutes sortes de manœuvres, et l'on perpétue la cherté.

Qu'y a-t-il à dire à cela, sinon que les spéculateurs ont été habiles, qu'ils ont compris leur intérêt, et qu'ils ont agi suivant les données licites du commerce?

Ce n'est pas à ce point de vue que nous blâmons l'établissement des sucreries industrielles; chacun est libre de faire de son argent l'emploi qui lui convient, et de se livrer à telle spéculation commerciale qui lui plaît, sous la surveillance de la loi. A notre avis, donc, le mal ne doit pas être imputé aux spéculateurs, qui, voyant une bonne affaire, se sont précipités à l'envi pour en prendre leur part. Ces gens ont fait leur métier. Mais les agriculteurs ont-ils bien fait ce qu'ils devaient faire en se livrant pieds et poings liés à ces spéculations? Ont-ils réfléchi aux conséquences fatales qui devaient ressortir de ces errements? Nous ne l'avons jamais pensé, et nous en trouvons précisément la preuve dans le revirement qui s'opère parmi les cultivateurs, lesquels ont fini par comprendre que, ayant fait du sucre autrefois, seuls, en présence de difficultés inouïes, ils peuvent encore en faire, aujourd'hui que le travail a été facilité par les recherches des hommes les plus autorisés. Ils comprennent la faute qu'ils ont commise, en livrant pour un prix dérisoire une matière première qu'ils pouvaient traiter eux-mêmes, dont ils pouvaient tirer le bénéfice, et ils commencent à se rendre compte de la fausseté des errements dans lesquels ils ont été fallacieusement engagés.

Ces conditions étant données, et personne n'en contestera l'exactitude, on comprend que les ressources des usines industrielles soient devenues très-précaires; on sent que, malgré les annonces de répartition, la publication des chiffres du bénéfice, toutes ces opérations chancellent et peuvent, d'un moment à l'autre, sombrer définitivement. Que peut faire, en effet, l'industrialisme, le jour où il ne trouvera plus chez les fermiers et les producteurs la matière première indispensable à ses opérations? On a beau avoir dépensé deux millions pour monter une grande usine, dans l'espérance de produire beaucoup de résultats, encore faut-il que cette usine soit alimentée de matière saccharifère, qu'elle puisse compter sur des marchés conclus ou à conclure, sur le renouvellement de ceux qui existent et sur la bonne volonté des producteurs. On voit que, sous ce rapport, les ressources des usines industrielles sont fort limitées, que leur avenir dépend d'une circonstance, et que, malgré tous les programmes, elles sont infailliblement perdues le jour où les agriculteurs voudront faire du sucre eux-mêmes ou garder leurs betteraves.

Nous ne croyons donc pas à l'avenir des sucreries industrielles; et il arrivera forcément de ces établissements ce qui est advenu des grandes distilleries qui ont été obligées d'arrêter leurs opérations aussitôt que la distillerie agricole a été réalisée.

Sous un autre point de vue, ces grandes usines, quand même elles pourraient encore trouver des matières premières pendant un certain temps, ne pourront jamais lutter contre la sucrerie en ferme, dont les dépenses sont réduites au minimum et dont le prix de revient est tel qu'elle pourrait vendre aux raffineurs, avec bénéfice, au taux du prix de revient des sucreries industrielles. Nous dirons encore, pour finir ce paragraphe sommaire, que les usines dont nous parlons semblent avoir pris à tâche d'irriter les producteurs agricoles par leurs tracasseries, par leurs exigences, et par les prix insuffisants dont ils les ont forcés de se contenter pendant de longues années. Le temps n'est plus où ils payaient la betterave de 12 à 14 francs les 1,000 kilogrammes et, aujourd'hui, le prix plus équitable de 20 francs forme la moyenne adoptée. Il résulte, de ce chef seulement, une augmentation de 10 francs au moins dans le prix de revient du sac de sucre pour les grandes usines,

et il sera démontré, au cours de ce livre, que, malgré ce prix, la betterave ne rapporte encore au cultivateur que 12 francs environ, pour payer ses frais culturaux et produire un certain bénéfice, qu'il peut augmenter d'une manière très-notable en fabriquant lui-même.

Il ne reste, à notre sens, qu'un moyen de salut pour les grandes usines, et ce moyen, que nous avons déjà signalé, consisterait à s'associer les producteurs dont ils ont besoin et à les faire participer aux bénéfices de leurs opérations, pour en obtenir en échange la certitude de ne pas manquer de matière première.

III. — DES PRODUCTEURS AGRICOLES.

Les agriculteurs sont forcés aujourd'hui, en Europe, de cultiver la betterave ou de la remplacer par une plante dont les propriétés soient similaires. Il faut maintenant, malgré tout, que la culture soit dirigée par des principes économiques et qu'elle ait pour but et pour résultat d'atteindre le maximum de production avec le minimum de dépense. L'accroissement énorme de la population fait une loi de ce principe économique. On ne peut donc songer à rejeter des assolements les plantes sarclées destinées à l'alimentation du bétail, tant parce que les cultures qu'elles exigent sont essentiellement améliorantes, que parce qu'elles sont la source directe de la fertilisation par la production abondante des fumiers, et qu'elles apportent un contingent considérable à la nourriture humaine par celle de la viande. Il est peu de plantes qui réalisent ce programme avec autant de perfection que la betterave, et s'il existe des cultures industrielles, comme celles du tabac, du houblon ou du colza, qui puissent produire un bénéfice aussi considérable, ces cultures sont plutôt épuisantes qu'améliorantes, exigent des sols de première qualité et une grande abondance d'engrais, qu'elles ne contribuent pas à remplacer.

Pour le cultivateur, tout gît dans une question de chiffres, exactement comme pour le banquier, pourvu qu'il ne néglige pas de porter son attention vers l'avenir et l'enrichissement de sa terre. Or, il a été démontré (t. I, p. 450 et suiv.), d'après plusieurs observations, que le prix de revient cultural de la betterave doit être évalué à 8 francs aux 1,000 kilogrammes.

Ce n'est pas exagérer que d'évaluer le bénéfice normal de la terre à 33 pour 100, ce qui porte à 12 francs le prix régulier auquel le cultivateur doit vendre à son étable les 1,000 kilogrammes des racines produites par son industrie. Si, d'autre part, on le considère comme vendant ses betteraves à l'usine, il est clair que cette opération commerciale doit augmenter, dans une certaine proportion, la moyenne de son bénéfice, et que le travail particulier auquel il se livre doit être rémunéré. Le chargement, le déchargement et le transport des 1,000 kilogrammes sont comptés certainement à très-bas prix si on les évalue à 2 francs, en sorte que, dans aucune circonstance, le producteur ne peut livrer ses racines à un prix inférieur à 14 francs net les 1,000 kilogrammes, puisque, sur ces 14 francs, il encaissera seulement 6 francs, tant pour le bénéfice cultural que pour son travail supplémentaire.

Or, le cultivateur vend aujourd'hui ses betteraves à raison de 20 francs aux 1,000 kilogrammes, et nous prétendons que, même à ce prix, c'est à peine s'il touche la normale de 14 francs. Cette proposition va être l'objet d'une démonstration irréfutable.

Il n'est pas possible de conduire à la fabrique 5,000 kilogrammes de betteraves sans employer à ce transport 4 chevaux et, quelque rapprochée que soit la distance moyenne, on ne peut pas admettre que des animaux de trait qui ont conduit une telle charge par de mauvais chemins, en hiver, dans la boue et souvent sous la pluie, puissent être utilisés après ce travail. C'est donc une journée entière perdue, en moyenne et, en comptant la journée du cheval, nourriture comprise, à 6 francs, on reste dans les conditions les plus modestes de la pratique. Il y aurait donc ici à déduire une somme nette de 32 francs. La journée et la nourriture d'un charretier doivent être comptées, au plus bas prix, à 3f,50, et l'usure du matériel roulant, les réparations des ferrures, des harnais, seront cotés à une valeur aussi faible que possible en les comptant à 1 fr.

D'un autre côté, le cultivateur ne transporte pas de betteraves dont il n'ait rien à réclamer. Il reçoit la pulpe correspondante, qu'il paye au moins à raison de 10 francs les 1,000 kilogrammes. Or, les pulpes de sucrerie s'élèvent à 20 pour 100 au moins du poids de la matière traitée et, en admettant seulement ce chiffre, on trouve que le producteur doit racheter au moins 1,000 kilogrammes de résidus et les transporter en re-

tour à la ferme. Cette acquisition de ces pulpes nous conduit encore à une dépense nette de 10 francs, et la récapitulation des éléments du compte nous fournit les données suivantes :

Vente de 5000 kilogrammes de betterave à 20 francs...			100f	00
A déduire, frais divers :				
1° 4 journées de cheval à 6 francs.......	24f	00	38	50
2° 1 journée d'homme à 3 fr. 50 c.......	3	50		
3° Pour réparations et usure, au moins...	1	00		
4° Rachat de 1000 kilogrammes de pulpe.	10	00		
Reste net..............			61	50

D'où il résulte que, dans la réalité, le fermier qui vend ses betteraves 20 francs ne touche que 12f,30 pour 1,000 kilogrammes, qu'il perd au moins 1f,70 par 1,000 kilogrammes, puisque son travail supplémentaire ne lui rapporte que 0f,30, et que, enfin, il ne touche pas plus qu'il ne ferait s'il vendait simplement ses betteraves à son étable à raison de 12 francs. La différence de 1f,50, sur le total, ne compense pas, tant s'en faut, la perte de 10 francs représentant le travail de chargement, déchargement, etc., et le bénéfice de transport, sur quoi il fait une perte sèche de la presque totalité. « *A prix égal, il vaut toujours mieux ne pas avoir à se déplacer.* »

Nous venons de voir, par cet aperçu, que les betteraves vendues 20 francs à la fabrique ne rapportent, en réalité, que 12f,20 à l'agriculteur et, bien certainement, il aurait plus de bénéfice même à distiller ses racines qu'à les transporter hors de chez lui à ce prix.

Il convient d'examiner une considération particulière qui ressort précisément de la comparaison à établir entre les résultats de la distillerie agricole et de la sucrerie en ferme. Nous n'en dirons qu'un mot, pour éviter une discussion qui pourrait nous entraîner trop loin.

En supposant que l'hectolitre d'alcool, calculé à 100° et produit en phlegme, fournisse au fermier un écart de 18 francs de bénéfice, on comprendra à peu près la situation qui lui est faite par la distillation, si l'on réfléchit à cette circonstance qu'il faut, en moyenne, 3,000 kilogrammes de racines pour produire cette quantité d'alcool avec les procédés usités en France et dans les conditions de richesse présentées par les betteraves. Or, 3,000 kilogrammes de racines à 10 pour 100

renferment, dans la réalité, 300 kilogrammes de sucre, dont il est facile d'extraire 6,9 à 7 pour 100 par des procédés essentiellement agricoles et avec un chiffre de dépenses égal à 18 francs par sac. On produira donc 210 kilogrammes de sucre brut, vendable, pour un poids de racines qui aurait fourni seulement un hectolitre d'alcool, ou 18 francs d'écart. En comptant les racines à 14 francs, on a :

1° Valeur des racines, 3000 kil. à 14 fr.	42 fr.
2° Frais de traitement de 210 kil. à 18 fr. 50 % kil.	37 80
Total	79 80

soit, par sac, 38 francs. Il est certain que, dans les circonstances actuelles, l'écart ne peut être compté au-dessous de 26 francs, puisque les prix de vente moyens sont actuellement au moins de 64 francs. Il en résulte donc un écart total de 54f,60 pour le traitement sucrier d'une quantité de betteraves qui n'aurait produit que 18 francs par le traitement alcoolique.

IV. — DES RAFFINEURS.

Il n'y a que peu de chose à dire sur les industriels qui pratiquent le raffinage du sucre. Leur profession est inutile. Le fabricant peut et doit raffiner lui-même son produit brut. Voilà la vérité et le principe, et cette proposition axiomatique n'a aucun besoin de démonstration. Il ne s'agit pas du raffinage. Tout le monde sait que le sucre brut doit être purifié. Il s'agit de la raffinerie, et ce n'est pas la même chose...

Les raffineurs réagissent de différentes manières sur la situation générale de l'industrie sucrière. Ce sont eux qui font le cours du brut et qui établissent le prix du raffiné. Ils sont juges et parties, et l'on sait que la morgue et l'exigence ne font pas la conscience ni le savoir.

Ils sont les ennemis naturels de la fabrication, sur laquelle ils pèsent par leurs courtiers, par leurs manœuvres et leur agiotage, à laquelle ils font tort, avec connaissance de cause, de 3,000,000 de kilogrammes de sucre au moins[1], en lui faisant subir, pour les matières minérales, une réduction exagérée de 5/1, qui ne devrait pas dépasser 3,1571. Sous ce rapport, ils encaissent, *indûment*, une somme de 3,200,000 francs !

1. Ce chiffre est basé sur la production de 1872, qui s'est élevée à 100,000,000 de kilogrammes.

Ils pèsent sur la consommation en maintenant les prix à des taux exagérés. Quel que soit l'impôt, quelles que soient les circonstances, ce n'est pas le raffineur qui gagne moins, c'est le consommateur qui paye davantage, à moins qu'il ne s'abstienne. Et quand nous disons que le raffineur ne gagne pas moins, nous avons tort; on devrait dire que, plus la situation est mauvaise pour le public, plus l'impôt est élevé, plus le raffineur fait de bénéfice, au moins en France, et avec la situation légale que nos législateurs nous ont faite. Cette proposition est d'une démonstration facile. Le raffineur, conformément à son droit, achète suivant ses conditions et il paye l'impôt suivant la loi, en écartant toute suspicion de fraude. Il achète donc suivant la richesse, avec une réfaction arbitraire. Jusque là, rien à dire de grave. Les fabricants ont *besoin* d'écouler leurs produits et ils n'ont pas le courage de *faire grève* contre leurs exploiteurs. Cette situation ne justifie pas la raffinerie, mais explique la véritable cause de l'empire absolu qu'elle exerce à son grand profit sur l'industrie tout entière. Comme le raffineur achète à bon marché des sucres riches, bas de nuance, et qu'il paye l'impôt suivant des types de coloration, chaque sac de sucre lui fournit plusieurs kilogrammes de produit qui ne payent rien. En un mot, il frustre l'État, parce que l'impôt ne le frappe que pour une partie de la matière imposable, par la faute de ceux qui ont fait la loi sans en connaître les éléments. Ici, il est dans son droit, puisqu'il profite de la loi.

Mais n'en est-il pas moins démontré que, l'impôt étant augmenté, le raffineur gagne davantage, puisqu'il profite, pour plusieurs kilogrammes par sac, de l'augmentation de l'impôt, et qu'il vend, au prix du cours, du sucre pour lequel il n'a rien payé? Toute cette confusion provient d'une faute contre laquelle tous les bons esprits protestent et qui doit être qualifiée comme elle le mérite.

Malgré l'énormité des dépenses publiques entraînées par l'exercice, par la *surveillance à domicile*, de près de six cents sucreries, on a mieux aimé commettre une anomalie que d'exercer, que de surveiller cinquante raffineries... Pourquoi? Cela encore *doit* être dit. C'est que les raffineurs sont influents, que les actionnaires touchent de très-gros bénéfices, qui seraient amoindris si la loi était bien faite; c'est que, dans toutes les Assemblées législatives qui se sont occupées de la question su-

crière, la raffinerie a été défendue contre le droit par des armateurs, par des cointéressés, par des actionnaires de la raffinerie. Cela est fort triste, comme toute iniquité, mais c'est un fait.

Afin de faire plaisir à quelques gros appétits, on jette l'argent de l'État, qui est l'argent de tous, pour surveiller ce qui n'a pas besoin de surveillance, et l'on couvre d'un manteau protecteur les agissements de ceux qui devraient être rigoureusement observés et sévèrement surveillés. Dans les questions d'aujourd'hui, lorsqu'on voit prendre tout au rebours, que l'insulte au bon sens et à l'équité est de mode, que le sens moral semble avoir disparu, il faut se demander où est le mobile, où est l'intérêt? La réponse se trouve quand on la cherche avec une volonté ferme et loyale.

On espère que cet état de choses changera et qu'une législation nouvelle, dépouillée de tous les ambages que nous ont valus certaines coteries, remettra les rôles en leur véritable place. Nous en acceptons l'augure, mais nous disons que les protecteurs des raffineurs auront la main forcée par la sucrerie agricole, et qu'ils seront contraints de supprimer l'exercice de la fabrication pour exercer et surveiller la raffinerie, s'ils ne s'y décident plus tôt par quelque considération plus habile.

Il en est ici comme de la production des autres matières alimentaires imposées. On comprend que l'impôt doive atteindre l'objet imposé entre la fabrication et la consommation, et personne ne soulève d'objections contre le principe. En retour, on n'a jamais compris que la surveillance fût portée sur les producteurs primaires, qui n'ont pas d'intérêt à la fraude, tandis que les commerçants les plus rapprochés du consommateur sont à l'abri des ennuis de l'impôt et peuvent se mouvoir à leur aise sans les entraves fiscales. Or, il n'est pas possible, même quand on le voudrait, d'entretenir l'armée d'employés qu'il faudrait pour exercer la fabrication dans le cas où la sucrerie agricole prendrait une légitime extension; il n'est pas possible que, sous de futiles prétextes, on persiste à vouloir 2,500 employés inutiles au lieu d'en avoir 200, mieux payés, mieux traités, et sauvegardant les intérêts du Trésor au point même où ils périclitent. Ce serait la démonstration d'un parti pris avoué, et il n'est pas probable qu'un ministre ose en assumer la responsabilité.

Nous avons donc la conviction de l'influence que doit avoir la sucrerie agricole sur ce côté de l'industrie sucrière, et nous croyons fermement que la fabrication du sucre en ferme mettra une limite aux envahissements de la raffinerie, pourvu que la loi à intervenir fasse reposer l'impôt sur la richesse, c'est-à-dire sur la matière réellement imposable, au lieu de l'établir sur la base fictive de la coloration.

D'un autre côté et pour en terminer, nous ajoutons que, même avec de lourds impôts, il faudra bien que le prix du sucre rentre dans la normale et cesse d'être fixé par l'exploitation. Il est impossible que le public consente à payer les prix exigés lorsqu'il saura pertinemment que le sucre peut lui être livré à 120 francs au détail, en faisant une part très-large à tous les intérêts. Et si l'obstination s'en mêle, comme on l'a trop souvent constaté en pareille matière, rien n'empêchera la fabrication de se passer des raffineurs et d'offrir aux petits consommateurs, c'est-à-dire à la masse, un produit blanc, parfait de goût et de saveur, faisant concurrence aux produits raffinés. En Angleterre et en Amérique, le peuple se passe de la raffinerie, et il a raison. Il en sera de même en France et dans le reste de l'Europe, lorsque la fabrication agricole pourra fournir du sucre consommable, en poudre ou en pains, et la solution de cette question n'est plus aujourd'hui l'objet d'un doute.

V. — DES CHAUDRONNIERS-CONSTRUCTEURS.

L'intervention des spéculateurs et celle des raffineurs dans la production sont, à la vérité, une des plaies de la sucrerie, une des misères sous lesquelles elle aurait dû succomber, si elle n'était, avant tout, l'industrie du sol. Mais cette double misère ne serait rien sans l'immixtion du chaudronnier dans les questions de fabrication.

Comme les autres spéculateurs, le chaudronnier a débuté modestement dans une fatale ingérence; se contentant, à l'origine de la sucrerie, de satisfaire avec précision aux demandes d'outillage qui lui étaient faites, sans prétendre réglementer ce qu'il ne connaissait pas; il faisait son métier et pas davantage. Il n'en est plus ainsi. L'homme le plus ignorant des choses de l'agriculture, le plus étranger aux questions de chimie industrielle et de physique appliquée dont la sucrerie n'est

que la mise en pratique, prétend régir la fabrication en lui imposant des méthodes, des procédés, des outillages. Lorsque le fabricant devrait dire : je *veux* employer telle méthode; je veux tel outillage, fait dans de telles conditions et répondant à tel but, c'est le chaudronnier qui prend la parole pour dicter son programme et poser ses exigences. La manœuvre du métal a pris la place de l'intelligence.

Ce phénomène bizarre ne se borne pas à la France, mais c'est en France qu'il s'étale avec le plus de désinvolture, et la fabrication sucrière a plongé dans ce bourbier, sans luttes et sans réflexion. Nous aurions compris et nous comprendrions encore qu'un établissement de chaudronnerie tarifât ses engins à tel prix que l'on pourra supposer; c'est à l'acheteur à se soumettre s'il tient à s'en rendre acquéreur. On ne discute pas ces choses-là. Telle pompe ou telle machine vaut 2,000 francs; un constructeur prétend que son exécution à lui vaut mieux et il n'entend pas la vendre au-dessous de 4,000 francs. Il en est libre, tout comme l'acheteur est libre de conclure ou de s'adresser ailleurs. Ce n'est pas là qu'est le mal, et si la maison J.-F. Cail, par exemple, ne vend ses engins qu'à des prix exorbitants, rien ne force à s'adresser à elle. Si l'on tient à avoir des machines sortant de ses ateliers, qu'on les paye, et qu'on se taise s'ils remplissent les conditions du prospectus. Cela est très-clair, à notre avis. Nous ajoutons même, à la louange du célèbre établissement, fondé par M. Derosne, que l'exécution des engins qu'il produit est ordinairement irréprochable. C'est ce qui lui a donné la vogue dont il jouit encore, malgré les récriminations les mieux fondées sous d'autres rapports. Mais nous ne manquons pas de constructeurs qui font aussi bien, et la maison Cail pourrait disparaître sans que la France industrielle fût condamnée à mort, sans que la sucrerie, en particulier, eût beaucoup à souffrir. Ici, on peut obtenir des appareils à basse pression, aussi bien construits, à un prix moindre de moitié; là, on fait des filtres-presses excellents à des conditions plus abordables; ailleurs, on trouve des turbines aussi bien construites, si ce n'est mieux, lorsque les turbines Cail de même grandeur se vendent beaucoup plus cher; les constructeurs de générateurs ne manquent pas, et les tarifs sont loin de se ressembler. Si donc un fabricant de sucre se plaint de la cherté des appareils fournis par la maison Cail, on ne peut

prendre quelque intérêt assez médiocre à ses plaintes et à ses regrets, puisque rien ne l'obligeait au choix qu'il a cru devoir faire.

Nous ne critiquons pas plus les autres établissements rivaux ou imitateurs de celui dont nous parlons, au sujet de l'élévation de leurs tarifs. Vendre trop cher, c'est s'exposer à ne pas vendre, et cette chance aléatoire supprime les motifs de blâme, pourvu, toutefois, qu'il n'y ait pas coalition et que l'on n'empêche pas la libre concurrence. Il y aurait, dans ce cas, un véritable crime.

Ce n'est donc pas la cherté excessive des prix que nous reprochons aux constructeurs. Nous reconnaissons volontiers que l'exécution soignée des appareils est un titre à la confiance, et nos critiques ont pour point de départ et pour base un objet plus élevé.

Nous reprochons aux constructeurs, et à l'établissement Cail en particulier, de tendre à asservir la sucrerie, à la dominer par tous moyens, de s'opposer à toute simplification contraire aux intérêts de la chaudronnerie, et d'imposer à l'industrie sucrière tous les procédés bâtards et toutes les méthodes illusoires qui peuvent avoir pour résultat la nécessité d'exagérer l'outillage. Ennemi de tout monopole, nous nous élevons contre l'exploitation onéreuse qui a pris naissance dans ces errements.

Empêcher à tout prix la petite fabrication, amener la sucrerie à n'exister que par le gros matériel, accaparer la situation pour la dominer, tel est le rêve que les chaudronniers ont réalisé pendant de longues années et qui n'est pas encore dissipé.

Sans entrer dans des détails qui fatigueraient inutilement le lecteur, nous ne toucherons qu'à deux faits trop significatifs qui confirment notre appréciation.

Il est reconnu parfaitement, il a été prouvé que la fabrication avait le droit, depuis l'époque de Barruel, d'employer l'acide carbonique suivant le mode qui lui conviendrait le mieux. Si les frères Rousseau ont trouvé moyen de confisquer à leur profit, pendant un certain temps, la propriété publique, le sens commun et la raison eurent bientôt fait justice. Pour le même objet, plus mal défini que par les frères Rousseau, pour une application de la carbonatation pratiquée antérieurement, pour

un mode de faire jugé et appartenant à l'industrie, la fameuse Participation Périer, Possoz et Cail pratiqua le même procédé, revendit la même marchandise, retrouva les mêmes acheteurs; mais, plus heureuse que ses devanciers, parce qu'elle était plus forte, elle parvint sans ennuis sérieux au terme de son exploitation, malgré les mécontents.

Sans doute, la maison Cail ne pouvait dédaigner sa part de bénéfice dans l'opération, mais il y avait, pour elle, beaucoup mieux que des dividendes. Le procédé, dit de Périer et Possoz, était organisé pour exiger un matériel énorme en chaudières de carbonatation, décanteurs, fours à chaux et acide carbonique, pompes aspirantes et foulantes de dimensions colossales... Toute cette chaudronnerie devait naturellement se faire par le constructeur participant. On avait déjà un pied dans la sucrerie par les appareils à basse pression, par les chaudières à triple effet, par les filtres-presses; bien que d'autres fissent aussi bien, à des conditions meilleures, c'était vers les constructions Cail que se portait l'engouement. Pour peu que le *nouveau procédé* fût adopté et prît de l'extension, l'engrenage devait fonctionner et l'industrie indigène devenait tributaire du quai de Grenelle pour la presque totalité de son outillage.

L'ignorance des fabricants relativement aux droits de leur profession et à l'histoire de la sucrerie fut un précieux auxiliaire. On se jeta sur le procédé de la Participation, venu d'Allemagne, et l'opération fut assise. Elle prospéra jusqu'à l'heure dernière et il est difficile d'évaluer la quantité de chaudronnerie qui a été fabriquée pour ce procédé d'emprunt. Presque toute la sucrerie française a été tributaire de l'aventure, et demain il plairait à la maison Cail de rechercher une autre fantaisie, tout aussi coûteuse à la sucrerie, que celle-ci la suivrait encore, prodiguerait encore son argent sans plus de résultats. Il est à remarquer, en effet, que le procédé de Michaëlis, *emprunté* par la Participation au domaine public, n'a pas fourni un gramme d'augmentation dans le rendement et n'a pas amélioré la qualité des produits. Le résultat le plus net et le moins contestable a été de faire passer des sommes énormes dans la caisse Cail et rien de plus. Qu'un seul fabricant, *indépendant* de la maison Cail et *ne lui devant rien*, nous affirme que sa fabrication a été améliorée par l'importation Périer et Possoz, nous le croirons, mais nous serons fondé à lui reprocher la lé-

gèreté avec laquelle il a payé ce qui lui appartenait déjà. Dans une circonstance de ce genre, faire nombre, c'est manquer à son devoir et donner mauvais exemple aux faibles[1].

Il est bien certain que la Participation voulait gagner de l'argent, mais si personne ne songe à l'en blâmer, tout le monde admettra que l'opération aurait dû être fondée sur un procédé utile, appartenant légitimement aux vendeurs. Or, l'inanité de la méthode, ramassée dans un coin de la sucrerie allemande, le fait d'être une propriété commune et beaucoup d'autres considérations auraient dû faire comprendre à la fabrication qu'il ne s'agissait que d'une combinaison de chaudronnerie. Les moins clairvoyants ne pouvaient s'y tromper. A quelles influences a-t-on cédé? C'est une question dans laquelle nous n'avons pas à entrer, mais dont chacun pressent la réponse.

Le second fait est celui des usines centrales. Il est clair que cette spéculation amène à l'établissement non-seulement une portion des bénéfices de l'affaire, mais encore la construction d'installations coûteuses. C'est l'opération de chaudronnerie la plus splendide qui ait été conçue, au point de vue de l'argent, et il n'y a rien d'étonnant dans les efforts que l'on fait pour en *monter* une sorte de contrefaçon en France. Tous les établissements auxquels les râperies Linard sont annexées ne sont-ils pas des usines centrales, au moins en ce qui est le plus intéressant pour la construction et la chaudronnerie?

Nous ne voulons pas insister, car, pour nous, ce n'est pas une question de passion personnelle et nous nous faisons un titre d'honneur de n'avoir aucune relation avec la plupart des hommes dont nous critiquons les actes ou l'influence, tout en ne songeant pas le moins du monde à nous occuper de leurs personnalités qui ne nous concernent pas.

L'influence de la maison Cail est tellement établie par l'honnêteté de Derosne et l'habileté commerciale de son successeur immédiat que tous les constructeurs, grands ou petits, habiles

1. On nous a affirmé que plus de 300 usines avaient installé ce procédé en France, en Belgique, etc. Admettons ce chiffre, et ne portons qu'à 40,000 francs les frais d'installation... Ce serait une opération de 12 millions de francs pour la chaudronnerie de la Participation, et ces 12 millions prélevés sur la sucrerie au bénéfice d'une combinaison illusoire, indépendamment des primes, doivent parler assez haut et donner à réfléchir aux fabricants de sucre.

ou maladroits, la prennent pour modèle, d'aussi près qu'ils peuvent atteindre. On sent, dès lors, que toutes les tentatives, pour arriver à la simplification des outillages et au retour des méthodes vers l'application des lois chimiques ou physiques, rencontrent, parmi les chaudronniers, des adversaires ardents, d'autant plus convaincus et passionnés, qu'ils luttent pour l'argent. Tout ce qui n'est pas grand outillage, demandant beaucoup de dépenses d'installation, est utopie à leurs yeux et, ce qui soulève les plus pénibles réflexions, c'est que la généralité des fabricants est assez peu sérieuse pour ajouter confiance aux dires intéressés de ce genre de spéculateurs.

C'est pire encore lorsqu'il s'agit de sucrerie agricole et la fabrication du sucre en ferme est l'ennemi commun, contre lequel toutes les manœuvres sont bonnes. Fabricants de l'industrialisme, chaudronniers, tous les étrangers à la sucrerie sentent que le terrain manque sous leurs pas et que la fabrication agricole du sucre est le signal de leur ruine, aussi bien que le salut de l'agriculture. Faut-il s'étonner alors des obstacles de toute nature, des influences de tout genre, que l'on soulève contre cette idée régénératrice? Nous avons trouvé tout cela fort logique, et nous avions prévu, depuis longtemps, que rien ne serait épargné pour arrêter la tendance des agriculteurs à se livrer à la fabrication sucrière. Il est impossible que le condamné ne s'attache pas aux plus faibles espérances et l'exploitation des hommes du sol par la spéculation est désormais condamnée. Ce n'est plus qu'une question de temps.

Pendant la courte durée qui nous sépare encore de l'inauguration d'une ère nouvelle et de la transformation de la sucrerie par son retour aux principes de son origine, on vantera encore bien des fois le *sucre chimique*; on fera bien des essais au chlorure de calcium et aux sulfites; enfin, on tentera de tous les moyens, même les plus bizarres. Tout cela n'empêchera rien, car si l'on parvient à enrayer les efforts d'un individu, les nôtres ou ceux d'un autre vulgarisateur plus accrédité, on ne tuera pas l'idée, qui suivra sa voie malgré tout et dont les attaques les plus hostiles prouvent à l'évidence la justesse et l'utilité.

CHAPITRE II.

Méthodes proposées pour la sucrerie agricole.

Dans une pensée de justice dont le lecteur voudra bien tenir compte, il est nécessaire, pensons-nous, d'exposer ce qui a été fait pour ramener la sucrerie vers son véritable point de départ, c'est-à-dire à la ferme, et l'examen de différents procédés, proposés dans ce but, nous servira d'introduction à l'étude plus détaillée de la sucrerie agricole et à la description de la méthode dont nous proposons l'adoption. Sans remonter aux travaux recommandables de Mathieu de Dombasle, dont les inventeurs auraient dû s'inspirer, nous aurons à étudier le plus rapidement possible, au point de vue de la ferme, les procédés de MM. Kessler, Champonnois, Rousseau et Frézon, dont l'opinion publique a été occupée à diverses époques. Il est parfaitement inutile, ce semble, de répéter encore, à l'égard de ces procédés, que nous garderons l'impartialité la plus rigoureuse, sans nous laisser entraîner, par quelque motif que ce soit, à aucune appréciation inconsidérée qui ne serait pas appuyée sur une conviction entière.

I. — PROCÉDÉ KESSLER.

Il a déjà été question de M. Kessler dans les pages de cet ouvrage, et l'opinion bruyante par laquelle cet inventeur, envers et contre tous, vante l'emploi des acides minéraux pour le traitement des jus sucrés, a été examinée en détail (t. I, p. 43 et suiv.). Il serait donc parfaitement inutile de revenir sur cette idée, si l'application n'en était proposée pour la conservation des solutions sucrées.

A l'époque où fut publiée notre première édition, nous avions été heureux de voir se produire des tentatives et des essais de sucrerie agricole, sans, cependant, vouloir accepter sans examen les élucubrations des inventeurs.

« Nous constatons avec plaisir, disions-nous, que déjà quelques efforts ont été tentés dans cette voie de l'annexion de la

sucrerie à la ferme; nous en trouvons la preuve dans le passage suivant, que nous empruntons au journal *l'Agriculture pratique*, et qui est dû à M. Barral. Il s'agit d'un système conçu par M. Kessler, lequel s'est déjà occupé, vers 1854, de la distillerie agricole. Nous citons textuellement les paroles de M. Barral. sauf à les faire suivre des observations nécessaires avant d'exposer les règles qui doivent diriger l'agriculteur, et à l'aide desquelles il peut se passer des inventeurs modernes et se soustraire à l'exploitation de leurs priviléges :

« M. Kessler est venu nous chercher, le 29 décembre, pour nous conduire à Brie-Comte-Robert, dans la ferme de M. Bélin, grand agriculteur et grand distillateur. Nous y avons trouvé une sucrerie en plein travail, traitant facilement 15,000 kilogrammes de betteraves en vingt-quatre heures, et pouvant produire dans ce même temps 750 kilogrammes de sucre de premier jet, sans y comprendre les second et troisième jets et les mélasses. Cette sucrerie n'a pas coûté à établir plus de 25,500 francs. Les comptes, que nous avons examinés et étudiés dans tous leurs détails, nous ont prouvé que le prix de revient du sucre laisserait beaucoup plus de marge aux producteurs que ne fait la distillation des betteraves... Après avoir été lavées dans un laveur mécanique, elles sont soumises à l'action d'une râpe, qui livre une pulpe immédiatement arrosée avec une dissolution de phosphate acide de chaux. La pulpe est ensuite déposée sur les tables à déplacement de M. Kessler, où elle est soumise à une macération méthodique : le jus ainsi extrait est envoyé dans la chaudière à défécation. D'autres procédés pourraient être employés pour l'extraction du jus. La chose nouvelle ici est l'emploi, comme préservateur du jus contre toute altération, du phosphate acide de chaux. Cet agent chimique est préparé au moment même dans la ferme, en traitant du phosphate de fossile en poudre, *acheté chez M. Cochery*, par de l'acide sulfurique. Les résidus de la préparation, qui est très-facile, sont portés sur le fumier qu'ils améliorent. Le phosphate dissous est reprécipité dans l'opération de la défécation, et constitue, avec les matières organiques qu'il entraîne, un engrais excellent d'une grande efficacité. La sucrerie agricole, ainsi entendue, a pour effet d'augmenter remarquablement la masse des matières fertilisantes de l'exploitation rurale. La défécation se fait en neutralisant le jus par un lait de chaux, et

en portant sa température à 70 ou 80 degrés centigrades au plus. En vingt ou vingt-cinq minutes elle est achevée, sans produire pour ainsi dire d'écume. On coule dans des sacs en toile suspendus les uns à côté des autres dans un cadre; la filtration s'opère rapidement. Quand les sacs sont pleins, on les comprime dans une presse à bras. Ils ne donnent pas une très-grande quantité de matière; c'est du phosphate tribasique de chaux qui s'est reconstitué en entraînant les matières albumineuses du jus de betterave pour former l'engrais dont nous venons de parler. Pour la défécation, nous avons vu ajouter à peu près 2 kilogrammes de sulfate de magnésie pour une chaudière de 15 hectolitres. Le jus clair est mis à évaporer dans une chaudière à l'air libre, et ensuite on procède à la cuite également à l'air libre. Ces opérations s'effectuent très-facilement, et le sirop est de très-bonne qualité. On n'opère aucune filtration sur le noir animal. Le produit de la cuite est mis dans des bacs pour cristalliser; on turbine ensuite. Le sucre que nous avons vu ainsi obtenir est d'une nuance comprise entre le n° 12 et le n° 13 de l'échelle de la bourse de Paris. Il est d'un grain bien sec, résistant, et constitue une denrée parfaitement marchande.

« Le premier sucre, obtenu dans la petite fabrique de M. Bélin, a été fait le 10 novembre. Il y avait donc quarante jours de fabrication déjà passés quand nous avons fait notre visite. Les ouvriers n'avaient jamais vu fabriquer de sucre; ils avaient en peu de temps acquis une habileté suffisante. Il en faut actuellement une escouade de huit ou dix pour traiter 15,000 kilogrammes par jour : ce nombre pourra diminuer; l'outillage lui-même pourra être simplifié et amélioré. On se souvient de ce qu'était la première distillerie agricole selon le système Champonnois, et on sait combien de perfectionnements la pratique a fait adopter. La pulpe est excellente pour le bétail; les eaux de lavage sont employées en irrigations. Il n'y a pas de principe fertilisant perdu, parce que les mélasses peuvent être ou distillées, ou employées pour arroser la nourriture du bétail. Le sucre produit ne dérangera en rien les usages du commerce; il est propre à être livré aux raffineries. Il est bien entendu, d'ailleurs, que les grandes sucreries continueront à exister, comme existent les grandes distilleries, à côté des distilleries agricoles; seulement, on ne sera plus astreint à détruire

le sucre de la betterave pour obtenir un produit d'un ordre inférieur, que l'on peut extraire de tant de plantes diverses; on ne perdra plus la chaleur, c'est-à-dire la puissance mécanique, pendant les fermentations destinées à détruire des cristaux. »

Après quelques observations générales qui n'auraient plus aujourd'hui la même portée, nous ajoutions :

« Voici le résumé de ce qui se fait dans la ferme de M. Bellin :

« 1° Le coût d'établissement a été de 25,000 francs;

« 2° On traite 15,000 kilogrammes de racines en vingt-quatre heures, à l'aide de dix ouvriers, pour obtenir 750 kilogrammes de premier jet;

« 3° La méthode suivie consiste dans le *lavage des racines*, leur *division par la râpe*, l'*arrosement de la pulpe* avec la solution de *phosphate acide de chaux*, l'*extraction du jus par macération* sur les *tables à déplacement*, la *défécation par le lait de chaux* à + 70° ou + 80° au plus, l'addition de 2 kilogrammes de *sulfate de magnésie* par 15 hectolitres, la *filtration dans des sacs* (méthode Taylor ou à peu près), l'*évaporation* et la *cuite à l'air libre*, la *cristallisation en bacs*, et la *purge à la turbine*.

« *L'emploi du noir est supprimé*; les résidus de la défécation servent à l'engrais du sol.

« Remarquons encore, avant d'examiner cette méthode, que M. Barral estime que le sucre ainsi produit se place entre les nos 12 et 13, qu'il est bien sec et forme une denrée marchande. Cet écrivain a trouvé que la sucrerie laisse plus de marge que la distillation : il pense que l'on peut procéder autrement pour l'extraction du jus; il espère qu'on pourra diminuer le nombre des ouvriers, améliorer et simplifier l'outillage; enfin, M. Barral nous affirme, *ex cathedra*, que la sucrerie agricole ne dérangera en rien le commerce des sucres, et il nous garantit presque l'existence indéfinie des grandes sucreries à côté de la sucrerie agricole. Ce point ne fait pas de doute pour lui, il reste *bien entendu*.

« Nous ne songerions pas à critiquer les opinions de M. Barral, dont quelques-unes sont justes et d'autres fort inconsidérées, s'il ne nous incombait pas ici le même devoir de vérité qui nous obligeait déjà, il y a plusieurs années, lorsque ce même journaliste offrait à ses lecteurs ses imaginations sur la distillerie.

« Ce n'est pas assez de posséder un certain talent d'écrivain et d'assimilateur, pour que l'on tranche ainsi les questions auxquelles on est le plus étranger. Que M. Barral, pendant un certain temps, ait pu entraîner un certain nombre d'agriculteurs dans ses errements théoriques, que l'agriculture de bibliothèque ait pu faire prendre le change à celle qui manie la charrue, nous le comprenons sans peine, et nous ajoutons même que, malgré les écarts de la théorie, il est utile qu'elle se fasse entendre, parce que la pratique réelle saura bien lui prendre le vrai et faire justice des erreurs.

« Mais M. Barral, bien que fort peu agriculteur, est encore moins industriel; il ne nous semble pas surtout compétent en matière de sucre; aussi, trouvons-nous qu'il va fort loin dans ses allégations, lorsqu'il déclare que *la chose nouvelle*, dans le procédé Kessler, *est l'emploi*, COMME PRÉSERVATEUR DU JUS CONTRE TOUTE ALTÉRATION, *du phosphate acide de chaux*.

« N'oublions pas, en passant, que le phosphate fossile, qui sert à préparer le phosphate acide, a été *acheté chez M. Cochery*, et prenons note de cette petite réclame.

« La déclaration de M. Barral, relativement à l'emploi du phosphate acide de chaux, nous paraît être un petit chef-d'œuvre, grâce à la phrase intermédiaire que nous imprimons en petites capitales. On ne peut pas ignorer les faits jusqu'au point d'affirmer que l'emploi du phosphate acide de chaux soit une nouveauté en sucrerie; mais on applique cette nouveauté à l'emploi de cet agent, en tant que préservateur du jus contre les altérations.

« Voilà où se trouve le petit mystère de l'opération, et il convient de chercher à découvrir cet inconnu merveilleux.

« Cette déclaration revient à dire à ceux des agriculteurs qui ont encore la foi :

« La grande affaire pour vous, c'est la conservation de vos moûts... Or, par le procédé Kessler, par la haute nouveauté qu'il vous offre de les conserver contre toute altération, grâce à l'emploi du phosphate de chaux, vous faites à la fois du beau sucre, *très-marchand* (entre les nos 12 et 13), et vous garantissez vos jus. C'est donc le procédé Kessler qu'il vous faut; prenez le procédé Kessler ! »

« A cela, M. Barral aura gagné entre autres choses, s'il réussit, d'être le parrain du procédé Champonnois de la sur-

crerie agricole, lorsqu'il sera parvenu à faire croire à un non-sens.

« Voici les faits, dépouillés de tout ce qui pourrait les obscurcir :

« 1° L'emploi du phosphate de chaux en sucrerie, agricole ou autre, est du domaine public ;

« 2° La particularité de son emploi, qui consiste à en arroser la pulpe au sortir de la râpe, constitue une faute industrielle : 1° parce que ce mode n'est rien autre chose qu'un leurre, et le simple renversement de l'ordre des opérations de défécation ; 2° parce que le phosphate acide de chaux ne s'oppose pas à la fermentation ; 3° parce que ce mode même d'emploi, uni à la macération Kessler, rendrait cette propriété inutile et sans valeur, si elle existait.

« La démonstration de ces propositions nous fera voir que *la seule chose nouvelle*, due à M. Kessler, n'est pas nouvelle quant au fond et que, en ce qui touche la forme et le mode d'emploi, elle constitue une erreur industrielle à tous égards.

« Nous en sommes marri pour le jugement et la prescience de M. Barral; mais il sait fort bien lui-même que les faits sont fort peu polis et il doit connaître le proverbe : « A chacun son métier[1]. » Ce fragment de la sagesse des nations équivaut, selon nous, au conseil de ne parler que de ce que l'on sait bien, à moins que l'on ne fasse profession de parleur encyclopédique.

« 1° *L'emploi du phosphate de chaux, en sucrerie, est du domaine public.*

« Que M. Barral et M. Kessler veuillent bien ouvrir la *Collection Roret*, ils trouveront dans le *Manuel du fabricant de sucre*, tirage de 1841, page 314, un détail qui les convaincra de cette proposition; ils y trouveront l'emploi du phosphate acide de chaux indiqué par M. Pitay...

« Or, de 1841 à 1865, il y a vingt-quatre ans, c'est-à-dire neuf ans de plus que la durée d'un brevet ; en sorte que, si l'idée de M. Pitay était une invention réelle, il y a neuf ans au moins qu'elle est devenue la propriété de tout le monde.

« Cela nous paraît suffisamment clair pour que le fait soit admis par les intelligences les plus rebelles, et que la mauvaise

1. Ce proverbe est bien vieux, puisque les Latins disaient déjà : *Ne sutor ultrà crepidam!*

volonté la plus arrêtée soit obligée de faire contre fortune bon cœur.

« Nous pourrions encore citer une opinion favorable au phosphate de chaux employé en sucrerie, due à l'un de nos savants chimistes les plus instruits et, l'on peut bien le dire, l'un des plus consciencieux, lequel regrettait devant nous, en 1861, que l'emploi de cet agent ne fût pas généralisé dans la défécation, selon le conseil qu'il en avait donné à plusieurs reprises. Il y avait eu des essais postérieurs à la tentative de M. Pitay; rien de sérieux ne s'était fait.

« Nous nous abstenons, parce que nous ne voulons pas mêler un nom aimé et respecté dans une discussion de ce genre...

« Si la preuve tirée du *Manuel* Roret ne suffit pas par un hasard incompréhensible, si l'impression n'a pas été un moyen assez complet, en 1841, pour assurer au domaine public la propriété de l'emploi du phosphate de chaux, nous dirons encore que nous avons conseillé l'emploi du phosphate acide de chaux pour la défécation, en 1861, dans la première partie de cet ouvrage. Ajoutons que, depuis plus de dix ans, à toutes les personnes qui ont demandé notre avis sur la défécation des sucres, nous avons indiqué le phosphate acide de chaux comme le meilleur agent de défécation, comme le meilleur décolorant...

« Espérons que ces impressions répétées, cette publicité par tous moyens, suffisent pour démontrer notre première proposition. Cette démonstration nous permet de dire aux agriculteurs qu'*ils ont le droit d'employer le phosphate de chaux, sans être obligé de recourir à l'intermédiaire de M. Kessler.*

« Que la ferme se tranquillise donc; elle peut faire du sucre sans M. Kessler, elle peut se servir de sa nouveauté, sauf par voie d'arrosement sur la pulpe avant la macération ou la pression. Nous allons lui faire voir maintenant qu'il n'y a pas grand mal à cette restriction, et que l'on peut laisser à M. Kessler sa véritable propriété, sans que le sucre ou la pulpe aient à en souffrir.

« 2° *Le mode d'emploi du phosphate de chaux, imaginé par M. Kessler, constitue une faute industrielle.*

« Nous avons dit que ce mode est un leurre, parce qu'il n'y a là qu'un renversement d'opération, parce que le phosphate acide de chaux ne s'oppose pas à la fermentation, et que, même

dans cette hypothèse, le mode d'emploi, joint à la macération, rendrait cette propriété inutile.

« Nous allons prouver l'exactitude de cette triple assertion et faire voir aux agriculteurs que la méthode de M. Kessler ne saurait être prise au sérieux par les hommes de pratique agricole, malgré les éloges et l'encens du journalisme.

« MM. Rousseau, dans la réédition qu'ils ont faite du procédé de Barruel, disent quelque part que, au lieu d'agir sur le jus, *on peut agir directement sur la pulpe*. Il est bon de remarquer que cette phrase se rapporte à l'emploi des agents destinés à neutraliser la chaux de défécation. Il convient encore d'ajouter que, dans le fond, le résultat théorique *paraît* être le même ou à peu près, soit que l'on emploie d'abord la chaux ou l'agent qui doit en neutraliser l'excès. Ce ne serait ici, comme en arithmétique, qu'un renversement dans l'ordre des facteurs, lequel ne change rien au produit.

« Cette idée, mise en avant par MM. Rousseau et *réappliquée* par M. Kessler, n'offre pas la même justesse en *pratique*. Il n'est pas indifférent d'employer la chaux, puis le phosphate acide, ou bien celui-ci d'abord et la chaux ensuite, comme on voudrait le laisser entendre, et nous allons le faire voir dans un instant.

« D'un autre côté, la preuve que M. Kessler *n'a pas vu lui-même un agent de conservation du jus ou de la pulpe* dans le phosphate acide de chaux, mais bien un agent de défécation employé dans un ordre différent de ce qui se fait habituellement, c'est qu'il emploie le *lait de chaux en excès* pour le neutraliser.

« Il se forme du phosphate tribasique, qui se dépose, en même temps que des combinaisons diverses de l'excès de chaux avec les matières albuminoïdes; c'est là la source du fameux résidu, dont les analogues se trouvent dans le commerce.

« Enfin, la preuve que M. Kessler cherche à neutraliser le phosphate acide et que, pour cela, il emploie un excès de chaux notable, c'est qu'il introduit dans son liquide sucré, après le traitement calcique, 2 kilogrammes de sulfate de magnésie par 1,500 litres. Son but est ici, évidemment, de faire du sulfate de chaux et de mettre de la magnésie en liberté aux dépens du sucrate de chaux existant dans la liqueur, ce qui ne pourrait avoir lieu sans la présence d'un excès de chaux.

« Nous n'avons pas besoin de démonstration pour ce qui précède, et les connaissances les plus élémentaires en chimie appliquée en font des vérités axiomatiques.

« Il est clair que si M. Kessler emploie le phosphate acide de chaux sur la pulpe, il se sert ensuite d'une quantité de chaux telle, que : 1° elle neutralise tout le phosphate acide en le faisant passer à l'état insoluble ; 2° elle produit la défécation, par l'excès même employé. Sans cet excès, il ne se produirait pas de défécation, ou elle serait insignifiante.

« Supposons, en effet, qu'après une dose donnée de phosphate acide, on introduise dans le jus une quantité chimiquement équivalente de chaux en lait ; il est certain que le sel acide réagira sur la totalité de la chaux, pour laquelle il offre une très-grande affinité, sans qu'il soit possible à aucune partie de cette chaux d'agir comme matière déféquante, jusqu'à la neutralisation complète du phosphate acide et sa transformation en phosphate tribasique.

« Si, au contraire, on ajoute plus de chaux qu'il n'en faut pour cette neutralisation, la quantité employée en excès réagira sur les matières étrangères ; il se fera une défécation plus ou moins complète, et il pourra même se former une certaine proportion de sucrate de chaux.

« C'est bien là ce que M. Kessler a voulu faire ; il ajoute un excès de lait de chaux qui neutralise le phosphate de chaux d'abord et produit la défécation ensuite ; cet excès de chaux est suffisant pour faire même du sucrate de chaux qu'il décompose par le sulfate de magnésie, sur l'emploi duquel nous reviendrons.

« Le seul fait qui ressorte de la pratique de M. Kessler, c'est qu'il emploie trois agents de défécation au lieu de deux qui sont usités en sucrerie :

« 1° Le phosphate acide de chaux ;

« 2° La chaux en lait, en excès, seul déféquant réel ;

« 3° Le sulfate de magnésie, comme éliminateur de l'excès de chaux.

« Nous ne savons pas si l'on peut voir dans ce fait une simplification ; pour nous, nous n'y voyons rien autre chose qu'une complication, et nous croyons qu'il était difficile de se montrer plus irrationnel. Nous comprenons cependant la gêne de l'inventeur ; il lui fallait faire, avec des éléments connus, une

chose nouvelle ou passant pour telle; il lui fallait se créer une invention avec les épaves de la chose publique : il n'a rien trouvé de mieux que d'intervertir l'ordre des agents et d'en ajouter un troisième... C'est là jouer de malheur, même pour ce troisième agent, dont nous revendiquerons tout à l'heure la propriété au nom du domaine public.

« Nous avons dit qu'il n'est pas indifférent, en pratique, d'employer le phosphate acide avant ou après le lait de chaux, et cela se conçoit facilement. Si l'on emploie la chaux la première, cette substance défèque le jus, en formant des combinaisons calcaires insolubles avec la plupart des matières étrangères; le phosphate de chaux n'intervient ensuite que pour éliminer l'excès de chaux et rendre la défécation complète par la neutralisation de la liqueur.

« C'est là la marche à suivre par les agriculteurs, sans qu'elle emporte de prime à payer.

« Si, au contraire, c'est le phosphate de chaux qui précède, comme cet agent ne défèque pas par lui-même, il faut employer une quantité équivalente de chaux pour le neutraliser, plus un excès suffisant pour la défécation. Il en résulte que le phosphate acide de chaux et une quantité équivalente de chaux sont employés en pure perte, en sorte que, dans le procédé Kessler, la défécation réelle ne commence qu'avec l'excès de chaux et se complète par le sulfate de magnésie.

« On voit de là qu'il n'est pas indifférent de commencer par l'un ou l'autre des deux agents dont nous avons parlé, et que l'interversion de M. Kessler ne le conduit qu'à doubler la dépense de la défécation, en perdant tout son phosphate acide et une partie de sa chaux.

« Cela nous paraît assez excentrique comme progrès, assez fantaisiste comme amélioration, pour conseiller aux gens positifs de réfléchir à plusieurs reprises avant de se lancer dans une semblable méthode industrielle.

« Il semblerait, du reste, que M. Kessler, disons mieux, que M. Barral s'est aperçu du défaut que nous signalons, car il s'empresse de proclamer que la chose nouvelle est l'emploi du phosphate de chaux en tant qu'agent conservateur des jus.

« Il faut convenir qu'un ami maladroit est bien dangereux, et il vaudrait mieux ne pas être défendu du tout que de l'être de cette manière.

« A tout prendre, M. Kessler peut avoir été un inventeur malheureux dans la création de son œuvre; il peut ne rien entendre aux questions de chimie sucrière relatives à la défécation; dans tous les cas, on ne devait pas infliger à son système une de ces apologies qui poussent la puérilité jusqu'à ses dernières limites.

« Le phosphate acide n'est pas un agent conservateur du jus, ni même de la pulpe.

« M. Barral n'a pas réfléchi à deux faits tangibles, savoir :

« 1° A l'absence de réaction du phosphate acide de chaux sur la fermentation des jus, à la dose employée;

« 2° A l'impossibilité d'une action sur la pulpe, quand même, en présence de la macération de M. Kessler, ou de toute autre macération méthodique.

« Et d'abord, le phosphate acide de chaux, versé en dissolution sur la pulpe, ne possède aucune propriété conservatrice et antiputride, sinon par l'excès d'acide sulfurique qu'il peut contenir. Nous demanderons à M. Barral et aux autres agronomes à la ligne s'ils pensent que le vitriol soit une bien bonne chose pour le bétail, un moyen de conservation et d'amélioration du jus ou de la pulpe?

« Ne savent-ils pas que l'acide sulfurique, *à faible dose*, favorise la fermentation, pendant que, à plus forte dose, il détruit le sucre prismatique?

« Si le phosphate acide de chaux est privé de cet excès d'acide sulfurique, il n'empêche nullement la fermentation ni même la putréfaction des moûts ou des pulpes, ainsi que l'expérience directe peut les en convaincre facilement.

« Mais, dans le cas présent, les sels contenus dans la betterave ne suffiraient-ils pas à ramener le phosphate acide à l'état tribasique?

« Question de simple chimie quant aux jus, que l'on aurait dû se faire.

« Quand même le phosphate acide de chaux serait le meilleur des agents conservateurs et des antiputrides, ce qui n'est pas, comment veut-on qu'il conserve la pulpe, lorsqu'on l'a enlevé à cette pulpe par la macération?

« Voilà une pulpe arrosée d'une dissolution de phosphate; supposons ce corps bien préparé, admettons que les sels de la betterave ne réagissent pas sur lui; disons qu'il est un bon

agent conservateur, disons tout ce que voudra M. Barral. Nous lavons cette pulpe, nous lui faisons subir une macération méthodique jusqu'à épuisement, qu'arrivera-t-il forcément?

« Notre but, dans la macération, n'est-il pas d'enlever à cette pulpe une des matières les plus solubles qu'elle renferme; le sucre, de l'enlever le plus possible, et n'enlèverons-nous pas avec lui, en même temps que lui, toutes les autres substances solubles, y compris le phosphate acide, y compris le fameux préservateur?

« Les faits et le bon sens répondent affirmativement à cette question et, dès lors, peu importe le petit subterfuge employé pour les besoins de la cause.

« En résumé donc, malgré les prétentions de M. Barral: 1° l'emploi du phosphate acide de chaux n'est pas chose nouvelle en sucrerie et il est du domaine public; 2° cet emploi de cet agent, fait préalablement à celui de la chaux, n'est pas plus nouveau; 3° ce mode constitue, d'ailleurs, une faute industrielle, parce qu'il conduit à l'emploi, en pure perte, de tout le phosphate acide et de partie de la chaux, ainsi qu'à l'augmentation inutile des frais et agents de défécation; 4° le phosphate acide de chaux ne peut être considéré comme un agent conservateur du jus ni de la pulpe, puisqu'il n'empêche pas la fermentation; 5° il ne pourrait agir que par un excès d'acide sulfurique, qui serait une absurdité agricole aussi bien qu'une faute industrielle; 6° il agit d'autant moins sur la pulpe qu'il est enlevé par la macération.

« Disons encore que si les pulpes se conservent passablement, ce fait est dû à la macération, à l'élimination plus complète du sucre, produite par un lavage méthodique, et qu'il en serait de même dans tous les systèmes de macération.

« L'emploi du phosphate acide de chaux dans la méthode Kessler n'offre d'autres résultats que ceux-ci :

« Il fait *acheter* du phosphate fossile chez M. Cochery;

« Il fait *dépenser* de l'acide sulfurique, et exécuter dans la ferme une sous-fabrication d'un produit chimique, ce qui n'est pas, à tout prendre, un grand inconvénient;

« Il ne *produit rien* pour la défécation;

« Mais il forme, avec l'excès de chaux, les matières albuminoïdes et le sulfate de magnésie, un dépôt-résidu ainsi composé; phosphate de chaux tribasique, combinaisons calcaires

albuminoïdes, sulfate de chaux et quelque peu de magnésie... Ce produit, qui ne vaut pas mieux qu'un mélange de noir fin ou de phosphate fossile avec des résidus de défécation ordinaire, compense-t-il une mauvaise opération? Comme cette opération ne produit rien en sucrerie, ne serait-il pas plus simple d'acheter, chez M. Cochery, du phosphate fossile pulvérisé et de le mélanger avec les résidus d'une défécation intelligente, par la méthode ordinaire, d'y ajouter, si l'on veut, un peu de plâtre, et n'obtiendrait-on pas le même engrais, sans tant de frais et surtout sans complication sucrière?

« Nous avons encore à dire quelques mots sur le sulfate de magnésie, avant d'examiner l'ensemble du procédé Kessler, au point de vue de la fabrication en ferme.

« L'emploi des sulfates à oxydes gélatineux a été breveté par nous, il y a quelques années, pour l'élimination de la chaux en excès dans les jus sucrés. Le sulfate de magnésie est noté dans la description, parce que sa réaction est la même; bien que son oxyde ne soit pas gélatineux.

« Nous avons laissé périmer ce brevet, en raison des difficultés pratiques de la filtration.

« Il appartient maintenant à tout le monde et M. Kessler avait le droit d'y puiser; mais ce droit appartient également à tous ceux qui voudraient en faire usage, sans que M. Kessler puisse s'y opposer.

« Voilà ce qui regarde la propriété.

« Quant à l'opportunité de cet agent, il convient de faire observer que l'inventeur a été mal inspiré dans son choix, puisqu'il a été prendre un sel dont l'oxyde est suffisamment soluble dans les liqueurs sucrées, pour qu'il se forme du sucrate de magnésie.

« Il résulte de ces faits que si l'emploi du sulfate de magnésie, comme éliminateur de la chaux, appartient à tout le monde, nous n'en conseillons l'usage à personne, pas même à M. Kessler, s'il songe à améliorer son procédé, qui en a grand besoin.

« *Examen de la méthode de M. Kessler.* — De toutes les opérations qui constituent la méthode dont nous parlons, celle qui a été vantée par M. Barral est la seule qui soit contraire aux règles de la bonne manufacture; toutes les autres, même

la macération dans les tables spéciales de l'inventeur, suivent une marche rationnelle, et si M. Kessler avait réussi à formuler un bon système de défécation, nous serions le premier à donner à l'ensemble de sa méthode les justes éloges qu'elle mériterait.

« La division des racines, l'extraction du jus, la filtration, l'évaporation, la cuite, la cristallisation et la purge ont été aussi bien comprises qu'il est possible dans un début.

« Qu'on ajoute à cela, en dehors de toute autre considération, qu'il y a un vrai courage à prendre l'initiative dans l'exécution d'une telle idée, et l'on verra que l'on doit des éloges à M. Kessler, que le public agricole lui doit presque de la reconnaissance pour sa tentative.

« C'est donc par la seconde phase, par la défécation seule, que pèche la méthode Kessler; nous ne parlons pas de l'outillage, lequel, malgré son importance, ne doit offrir qu'un intérêt secondaire, à raison des mille améliorations dont il est facilement susceptible.

« M. Kessler a démontré, par le fait, que la fabrication sucrière agricole peut se passer de noir; c'est là encore un point digne d'éloges, car ce fait, à lui seul, fera plus pour le progrès de la sucrerie agricole que toutes les autres considérations. La crainte de l'encombrement causé par le noir, des difficultés et des ennuis de son usage, suffirait à retarder l'accomplissement de cette annexion, que l'on doit regarder aujourd'hui comme une œuvre de bien public.

« Cette crainte n'existe plus et n'a plus raison d'être, grâce à MM. Kessler et Bélin, et ce résultat doit leur être porté en ligne de compte.

« Peut-être aurait-on à soulever quelques objections au sujet de la nuance, laquelle satisfait M. Barral, mais n'en est pas moins d'un type assez bas; cependant, comme il est certain que ce côté de la fabrication prête à l'amélioration pratique, comme ce n'est encore ici qu'un début, il convient plutôt de féliciter M. Kessler de ce résultat, qui permet dès l'abord de classer son produit. La grande question est que le sucre soit riche et bon, sec et nerveux; la coloration ne doit intéresser que très-médiocrement s'il en est ainsi.

« On obtiendra le blanchiment quand on le voudra.

« Dans notre opinion, donc, on n'a à reprocher à la mé-

thode Kessler que la défécation. Cette méthode eût été parfaite, si son inventeur se fût borné tout simplement à traiter le jus par le lait de chaux, puis à enlever l'excès de chaux par le phosphate acide, lequel aurait produit, dans ce cas, tout son effet utile, sans qu'il fût besoin d'employer le sulfate de magnésie.

« Cette idée bizarre cessait, en effet, d'avoir la moindre raison d'être, puisque le surphosphate de chaux élimine complétement la chaux du sucrate. Ajoutons que, dans ce mode d'emploi, aussi simple que conforme aux principes de la chimie, le phosphate acide agit comme un décolorant très-énergique et que, par suite de son action, les jus ne se colorent presque pas à la cuite.

« C'est que les sucrates sont la cause la plus fréquente de la coloration des sirops; or, la présence d'un sucrate alcalin ou alcalino-terreux présentant cet inconvénient bien connu, sur lequel nous nous sommes assez étendu en divers endroits de cet ouvrage, le premier soin du fabricant doit être de les éliminer.

« C'est ce que fait le phosphate acide de chaux. Il enlève entièrement la chaux à l'état insoluble. Il forme des phosphates de potasse et de soude et du phosphate tribasique de chaux insoluble en présence des sucrates alcalins. Le dernier, étant insoluble, se sépare par la filtration; les deux premiers n'agissent pas sur le sucre.

« Au rebours, dans les modifications imaginées par M. Kessler, le sulfate de magnésie élimine la chaux, il est vrai; mais s'il détruit le sucrate de chaux, il y substitue du sucrate de magnésie, tout aussi nuisible.

« C'est là une faute, qui a pour conséquence forcée la coloration à la cuite, surtout quand cette opération se fait à l'air libre.

« Le phosphate acide est bien employé par M. Kessler; mais, par le fait de l'ordre suivi, cet excellent agent devient complétement inutile, ainsi que nous croyons l'avoir suffisamment démontré. Il y a donc, dans cette méthode, tout ce qu'il faut pour faire un très-bon procédé agricole, mais il est indispensable de supprimer le sulfate de magnésie et de n'employer le phosphate acide qu'après la chaux.

« Que M. Kessler soit sans inquiétude; bien que, par le fait

de cette modification indispensable, son procédé cesse d'offrir une *chose nouvelle* dans l'ensemble ou dans les détails, il n'en vaudra que mieux et, s'il est moins brevetable, il sera plus applicable et plus utile.

« M. Barral peut également se dispenser de concevoir des craintes exagérées pour le jus; il se conservera tout aussi bien dans ce dernier cas; quant à la pulpe, bien qu'elle soit sous-entendue, il n'a pas à regretter la place occupée par un agent dont il reste à peine des traces après la macération, ou, s'il y tient absolument, il pourra donner à ses lecteurs le conseil d'arroser leurs pulpes avec une dissolution *très-faible* de *sel conservateur*, et tout sera pour le mieux. »

Quelques pages plus loin, cette appréciation du procédé de M. Kessler était complétée par ce qui suit :

« *Observation.* — Nous ne pensions pas avoir à ajouter un seul mot au sujet de M. Kessler, et nous croyions que le procédé retracé par M. Barral présentait un tout homogène, bien et dûment décrit dans un brevet quelconque. C'était tout simplement une erreur, et nous ne pouvons clore cette étude sommaire sans ajouter quelques mots à ce que nous avons dit précédemment.

« Le brevet de M. Kessler (année 1864, nº 56,813), que nous avons lu par hasard, semble n'avoir eu pour but que l'application à la sucrerie agricole des *tables à macération* de l'inventeur. Dans la longue description originale qui accompagne le titre officiel, il est impossible de retrouver la moindre trace de méthode sucrière. Partout les allégations fourmillent, sans preuves, sans valeur; mais ce qu'il y a de plus curieux, c'est que cette description semble avoir pris à tâche de passer en revue tous les corps possibles ou impossibles, dont on a rêvé l'emploi en défécation. M. Kessler ferait volontiers breveter à son profit tous les livres de chimie qui sont sortis du néant; car, après la désignation de corps très-nombreux, employés actuellement, ou qui ont été conseillés ou appliqués autrefois, cet inventeur prend le parti d'indiquer, d'une manière générale, *tous les sels* qui peuvent avoir une action sur le sucrate de chaux...

« Le brevet Kessler nous a paru aller plus loin, dans cette voie, que ne l'a fait le brevet Rousseau, dont nous avons rendu

compte, et le phosphate acide de chaux se trouve voilé et mis à l'écart par la multitude des autres agents dont il est fait mention.

« Notre conviction profonde et bien arrêtée peut donc être ainsi formulée :

« Il n'y a rien de *légalement* brevetable dans la description multicolore de M. Kessler que l'emploi de ses *tables* spéciales; tout le reste appartient au domaine public, et rien n'est plus facile que de retrouver dans les *Mémoires imprimés*, dans les *publications* relatives au sucre, la source de toutes les imaginations qui l'accompagnent. »

« ..... Ce serait bien ici le lieu de s'associer aux plaintes énergiques de l'homme des champs par excellence, du regrettable Bujault. Aujourd'hui, comme de son temps, l'agriculture est le point de mire de beaucoup et, faut-il le dire, ce qu'on lui *donne* le plus souvent, parlons plus vrai, ce qu'on lui *vend*, ne vaut pas l'acquisition. Ce n'est, certes, pas à la manufacture sucrière que l'on oserait offrir des élucubrations pareilles à celles que l'on déclare du premier mérite pour la ferme.

« De même que le mauvais sucre de basse fabrication s'écoule en Angleterre, de même les inventions les plus irrationnelles, les divagations les plus ridicules ont la prétention de se faire adopter par l'agriculture.

« Nous n'irons pas plus loin sur ce triste sujet ; nous nous laisserions entraîner, peut-être, à laisser échapper de notre plume des vérités trop dures, qui pourraient blesser trop de sensibles épidermes. Ce que nous avons dit suffit à prémunir les agriculteurs, auxquels nous nous adressons et, du moins, ne pourront-ils arguer du prétexte d'ignorance, s'ils se laissent tromper. Ils sont instruits, pour la plupart; ils sont prévenus des piéges qu'on leur tend ; c'est à eux de diriger par une sage prudence les opérations d'industrie annexe. »

Malgré le nombre d'années qui s'est écoulé depuis que nous avons formulé notre opinion sur le procédé Kessler, la réflexion la plus attentive ne nous conduit pas à la changer, et ce passage renferme exactement, sous une forme un peu ironique à l'endroit de M. Barral, ce que nous pensons du procédé Kessler.

Les faits ont été convaincants. L'opération tentée à Brie-Comte-Robert a dû être arrêtée, et les dépenses auxquelles

M. Bélin a été entraîné ont dépassé de beaucoup le chiffre allégué par M. Barral. Le sucre obtenu, dont nous avons encore un échantillon, était bien de la nuance indiquée, mais il était gras, visqueux et mal purgé.

Il y avait cependant quelque chose de sérieux dans la tentative de M. Kessler. Si cet inventeur n'avait pas cherché à faire inutilement de la vieille nouveauté, il aurait pu se contenter de râper les racines, d'extraire le jus par macération à l'aide de ses tables, de déféquer comme tout le monde, de saturer même, avec la précaution de compléter la décoloration par l'action réitérée d'un peu de chaux, de transformer les alcalis en sels inoffensifs par le phosphate et il se serait trouvé en face d'un bon procédé pratique, lui permettant de supprimer le noir, de faire de bons produits et de tenir les promesses faites aux agriculteurs.

Il est vrai qu'il n'eût pas mérité les éloges, au moins bizarres, de M. Barral; mais la perte de ces éloges eût été, sans doute, peu sensible en présence du service réel que M. Kessler aurait rendu à l'agriculture.

M. Barral n'aurait pas eu une *occasion* aussi facile et aussi naturelle de *recommander* le phosphate fossile *acheté chez M. Cochery;* mais l'agriculture était déjà assez obsédée par les prospectus pour qu'on pût, sans dommage, lui faire économie de celui-là. Personne n'aurait songé à s'en plaindre et les marchands d'engrais, les vendeurs de fertilité en quintessence ne manquent pas sur la place, sans que leurs produits aient beaucoup augmenté la moyenne de nos récoltes [1].

1. En recherchant la description du brevet Kessler, nous avions trouvé le véritable motif de l'insinuation par laquelle M. Barral apprenait que *le phosphate fossile du procédé Kessler avait été acheté chez M. Cochery*. A la date du 7 mai 1864 et sous le numéro 60,604, MM. Barral et Cochery ont pris un brevet pour l'exploitation d'une composition à laquelle ils donnent le nom de *phosphonitre*, et qui consiste dans le mélange de diverses matières, azotées et autres, avec le phosphate fossile, dans le but d'en faire une *poudre fertilisante*. Il résulte, de ce fait, une sorte d'association, entre M. Cochery et M. Barral, et la publicité agricole de ce dernier ne laissait pas d'avoir un certain poids commercial. Il n'y avait donc rien d'étonnant à ce que M. Barral fît de la réclame pour aider au succès de l'entreprise commune, voire par la vente du phosphate fossile aux sucreries agricoles, lorsqu'il n'y avait pas opportunité de parler du phosphonitre. Rien de plus naturel, sans doute, que cette petite manœuvre; mais nous avons trouvé tout aussi naturel de la dévoiler à nos lecteurs, en leur signalant le fait dans sa nudité et sans autres commentaires.

Dans ce rôle plus modeste, M. Kessler eût été l'objet de la reconnaissance publique. Un vulgarisateur intelligent rend plus de services qu'un inventeur à bout d'invention et, quoi qu'on dise, à défaut de la fortune, l'estime générale vient toujours compenser les sacrifices de ceux qui se vouent à un travail d'utilité.

Voici comment procédait, en définitive, M. Kessler : sur la pulpe provenant du râpage, il versait une solution de phosphate acide de chaux à 1,045 de densité (= 4°5 B.), puis cette pulpe était étendue sur des claies mobiles en bois. Ces claies elles-mêmes étaient déposées dans des fosses en maçonnerie cimentée de 0m,20 de profondeur sur 7 à 8 mètres de surface, qui constituaient les *tables de déplacement* de l'inventeur. On voit que ces tables étaient les analogues de celles de M. de Beaujeu. Le jus s'échappait d'abord seul, puis on lessivait la matière pendant un certain temps, et après 3 ou 4 heures, elle était épuisée par *à peu près*, les derniers liquides produits étant à 1°5 B. Le jus atténué portait environ 3°8 B.

Pour faire la défécation, M. Kessler ajoutait au *jus froid* assez de lait de chaux pour neutraliser le phosphate acide introduit, puis 14 à 15 litres de lait de chaux à 16° B. par 1,000 litres, et l'on portait la température à +80°. C'est à ce moment que l'on ajoutait le sulfate de magnésie pour éliminer la chaux et décolorer le jus par l'action de la magnésie libre. Le jus se filtrait dans des sacs disposés à peu près comme dans les filtres Taylor, et les résidus étaient pressés. La concentration et la cuite se faisaient à l'air libre; la masse cuite cristallisée se purgeait à la turbine.

Nous avons déjà fait voir que l'emploi du sulfate de magnésie est chimiquement inacceptable (t. II, p. 53), et il ne semble pas nécessaire d'insister sur ce point. L'inventeur n'avait vu que la précipitation de la magnésie par la chaux et ne s'était pas rendu compte des autres réactions de cette terre alcaline. La magnésie retourne à l'état de sulfate en présence des sulfates alcalins et autres; elle se redissout à la faveur des acides organiques et des sels mixtes, dont la base est mise en liberté et, en somme, elle fait plus de mal que de bien dans les solutions sucrées.

En résumé donc, le procédé dont il vient d'être question, compris comme il l'a été, ne représentait qu'une puérilité, et il

ne pouvait que conduire à des déceptions, comme l'expérience l'a démontré.

II. — PROCÉDÉ CHAMPONNOIS.

Le succès de M. Champonnois en distillerie agricole, la façon heureuse dont il a su profiter, pour se faire un procédé à soi, des observations des praticiens, étaient certainement un encouragement à remplacer les distilleries de ferme par des sucreries agricoles lorsque les premières auraient fait leur temps. La clientèle était toute constituée par près de six cents distilleries, et jamais une situation aussi belle ne s'est présentée à l'esprit d'un spéculateur.

D'un autre côté, M. Champonnois avait inventé une bonne râpe, un bon coupe-racines, une presse passable, et il était en mesure de créer facilement un outillage restreint, applicable à la ferme. Il ne s'agissait plus que de régler le travail, et voici l'idée à laquelle M. Champonnois crut devoir s'arrêter.

« En empruntant à la distillerie l'emploi des vinasses résidus, en principe, on peut supprimer les mélasses dans la sucrerie agricole. Pour cela, il suffit, après avoir extrait le sucre des premiers jets, d'étendre d'eau les sirops d'égout, de les ramener à 5° B. de densité et de s'en servir pour arroser les pulpes ou les cossettes neuves, suivant le système suivi. Tout aussitôt, par un merveilleux effet des grands mots incompris, il se produit un travail d'*endosmose*. La pulpe, avec une complaisance parfaite, absorbe les sels, *seulement les sels*, de la mélasse. dont le sucre enrichit les jus; ces sels eux-mêmes restant dans la pulpe l'améliorent et la rendent plus profitable au bétail. Les cristallisations sont parfaites et se continuent indéfiniment... »

Tel est, au fond, le sommaire de la méthode d'extraction que nous avons décrite rapidement sous le titre de procédé Champonnois (t. II, p. 698). Les objections ont été indiquées, et il n'y a lieu de s'en occuper ici qu'au point de vue de la sucrerie agricole.

On doit avouer que l'imagination de l'inventeur avait fait preuve d'une certaine fécondité, dans la conception de ce plan, qui rivalisait, du premier bond, avec les hallucinations les plus hardies des alchimistes. Ne plus faire que du sucre en faisant

rentrer constamment les mélasses dans la fabrication, supprimer ces mélasses et la nécessité de les alcooliser pour en tirer parti, arriver à engraisser le bétail avec une solution d'alcalis, n'était-ce pas la pierre philosophale ou la poudre de transmutation de la sucrerie? En se présentant aux agriculteurs, cette idée burlesque atteignait d'autres côtés, et elle rentrait dans la pratique par une circonstance qui était certainement de nature à tenter les plus incrédules et à provoquer l'exécution. Habitués déjà à renvoyer leurs vinasses de distillerie sur les pulpes comme liquide macérateur, les fermiers distillateurs ne changeaient point de méthode, pour ainsi dire; ils faisaient du sucre au lieu de faire de l'alcool, presque par les mêmes voies, et l'affirmation de M. Champonnois leur tenant lieu de tout le reste, ils n'avaient qu'à se laisser entraîner sur la pente tracée.

Malheureusement pour ce rêve, triste et comique à la fois, les allégations de M. Champonnois ne reposaient que sur des suppositions gratuites; tout était faux dans le procédé et rien ne pouvait supporter l'examen.

Pour ce qui nous concerne, nous aurions laissé cette *invention* dans l'oubli qu'elle mérite, si nous n'avions entendu des hommes de sens, trompés par les apparences, vanter outre mesure la conception de M. Champonnois. La crédulité et la flatterie ne sont pas des preuves en industrie, et les éloges outrés appellent un examen plus sévère.

Bodenbender avait démontré, en 1869, que les pulpes n'absorbent pas une quantité notable de sels, ce qui renversait le gros mot d'endosmose et réduisait à néant les bases du procédé. Nos expériences ont prouvé que les masses cuites, devenant de plus en plus riches en sels alcalins, finissent, à la douzième opération, par ne plus pouvoir cristalliser, et il n'est pas un observateur de bon sens qui s'occupe aujourd'hui du procédé Champonnois.

Sans vouloir discuter l'aptitude de M. Champonnois ni ses connaissances en sucrerie, nous devons, cependant, exposer à l'agriculture, dans le terre à terre des chiffres obtenus, les résultats des opérations de ce système imaginaire. Les calculs qui suivent sont ramenés à 1,000 parties de masse cuite d'une première opération, provenant de 7,936 kilogrammes de racines, et fournissant, à 24 pour 100, environ 1,905 kilogrammes

de pulpe. Comme nos données sont moins défavorables au procédé que celles de Bodenbender, nous les adoptons de préférence, sans tenir compte des matières organiques.

A la première opération, on retire de cette masse 660 kilogrammes de sucre et 340 kilogrammes de sirop d'égout, renfermant :

Sucre	137k,99
Eau	115 ,00
Potasse et soude	30 ,50
Sels de chaux	1 ,25
Matières organiques	55 ,26
	340 ,00

Notons, en passant, que, pour tous ceux qui ont touché au sucre, les 30k,50 d'alcalis s'opposent à la cristallisation de $30{,}5 \times 6 = 183$ kilogrammes de sucre, en adoptant l'affirmation de Walkhoff (t. II, p. 36), dont la compétence ne peut être comparée à celle de M. Champonnois. Admettons, cependant, que certaine portion des alcalis se trouve à l'état de sels inactifs sur le sucre, ce qui est exact, et disons que la potasse n'immobilise que 3/1 de sucre, ce qui est exagéré en moins. Il en résulte que, au minimum, les 30k,50 de matière alcaline immobilisent 91k,50 de sucre sur les 137k,99 existant.

Faisons notre seconde opération.

A 7,936 kilogrammes de pulpe nouvelle, nous ajoutons les 340 kilogrammes de sirop ci-dessus, ramenés à 5° ou 5°5 B., et nous obtenons une masse cuite de $1{,}000^k + 246 = 1{,}246$, contenant les éléments indiqués au tableau suivant.

DÉSIGNATION.	DU PREMIER JET.	DU SIROP.	TOTAL.
Sucre	787,60	99,84	887,44
Eau	119,10	83,20	202,30
Alcalis	34,50	22,07	56,57
Sels de chaux	1,42	0,91	2,33
Matières organiques	57,38	39,98	97,36
Total	1000,00	246,00	1246,00

La différence de 94 kilogrammes représente une proportion de masse cuite égale à 1,19 pour 100 de racines, le jus corres-

pondant restant dans la pulpe, si l'on ne fait pas un épuisement plus complet. En faisant cet épuisement de manière à retirer 86 pour 100 de jus normal et le sirop étendu ajouté, on obtient 1,340 kilogrammes de masse, composée de 1,000 kilogrammes pour la racine neuve et de 340 kilogrammes provenant du sirop.

Dans cette condition la masse est ainsi formée :

DÉSIGNATION	DU PREMIER JET.	DU SIROP.	TOTAL.
Sucre............	787,60	137,99	925,59
Eau.............	119,10	115,00	234,10
Alcalis...........	34,50	30,50	65,00
Sels de chaux.....	1,42	1,57	2,99
Matières organiques.	57,38	55,26	112,64
Total........	1000,00	340,00	1340,00

La composition centésimale de la nouvelle masse revient aux chiffres suivants, dans les deux cas :

DÉSIGNATION.	ÉPUISEMENT INCOMPLET.	ÉPUISEMENT COMPLET.
Sucre.................	71,22	69,07
Eau..................	16.24	17,46
Alcalis.................	4,54	4,85
Sels de chaux............	0,18	0,22
Matières organiques.......	7,82	8,40
Total.............	100,00	100,00

De ces *résultats théoriques* on pourrait conclure que, la présence de 3,45 pour 100 d'alcalis conduisant à un chiffre de 34 pour 100 de sirop, avec un premier travail de mise en train, on devra avoir, dans le premier cas, 44,77 de sirop pour 100 et 55,23 de sucre; de même, dans le second cas, on devrait avoir 47,79 de sirop et un rendement de 52,21 en sucre extrait. La conclusion, exacte en principe, serait fausse en fait, parce que le travail de purification enlève des matières organiques, et que la cuite soustrait plus d'eau que n'en indique l'addition des éléments. Nous avons reproduit ces calculs

afin de faire voir au lecteur combien il est facile de se rapprocher du fait par des considérations scientifiques. En effet, le fait même, c'est-à-dire la vérification matérielle, a donné pour la seconde opération :

Sucre	76.210
Eau	11.570
Alcalis	5.127
Sels de chaux	0.217
Substances organiques	6.876
	100.000

Le rendement a été de 58 de sucre et 42 de sirop, et ce rendement tient à ce que les matières organiques ont été éliminées, et que la cuite a été amenée à 11,57 pour 100 d'eau, ce qui a augmenté la richesse relative en sucre. Comme les meilleures conditions pratiques ne permettent pas de faire beaucoup mieux relativement à la cuite, les expériences ultérieures ont été faites de la même manière; le chiffre de l'eau de la masse cuite a très-peu varié sur 100 parties en poids, et il en a été de même de celui des matières organiques. En revanche, le quantum de sucre pour 100 a diminué progressivement en proportion avec l'augmentation du chiffre des alcalis, le rendement en sucre extractible a diminué suivant les mêmes termes et la lenteur de la cristallisation s'est accentuée à mesure.

Tout cela était prévu, d'ailleurs, et les connaissances les plus élémentaires auraient dû signaler l'écueil et détourner d'une expérimentation illusoire. Les alcalis se sont augmentés, la richesse en sucre et le rendement ont diminué dans les proportions suivantes, de la première à la huitième opération :

DÉSIGNATION.	TENEUR EN ALCALIS p. 100 de la masse.	COEFFICIENT DU SUCRE pour 100 (absolu).	RENDEMENT SUCRE pour 100.
Première opération.	3,450	78,76	66,00
Deuxième opération.	5,127	76,21	58,00
Troisième opération.	6,70	74,70	53,40
Quatrième opération.	8,50	71,80	45,20
Cinquième opération.	9,95	70,95	42,50
Sixième opération..	11,65	69,60	38,20
Septième opération.	13,50	67,50	32,04
Huitième opération.	14,96	66,20	28,00

En présence de semblables résultats acquis et après avoir constaté que la pulpe, ayant subi une seconde pression après imbibition par 20 pour 100 d'eau, ne renferme pas beaucoup plus d'alcalis que la pulpe ordinaire, nous avons dû formuler cette conséquence que M. Champonnois n'a pu parler de ce procédé que *théoriquement*, dans une idée préconçue, car il n'est pas admissible qu'il ait expérimenté d'une manière rationnelle, et que, après expérimentation, il ne soit pas revenu entièrement de ses illusions.

Ainsi, le procédé Champonnois ne laisse pas les sels dans la pulpe, sinon pour une proportion insignifiante; ces sels se concentrent dans les masses cuites et, à mesure du travail, les rendements en sucre diminuent à ce point que, en très-peu de temps, on cesse d'obtenir des masses cristallisables. Il est facile à tous les observateurs d'apprécier par eux-mêmes la réalité des faits, puisqu'il suffit, pour cela, d'avoir à sa disposition une vingtaine de kilogrammes de betteraves, et de procéder rigoureusement selon le principe imaginé par l'inventeur, en faisant chaque fois l'analyse du produit. Et encore, devons-nous ajouter que, dans nos expériences, nous avons obtenu plus de rendement qu'on n'en obtiendrait en fabrique, et dans un temps moindre, parce que les masses d'essai ont été soumises à une température de + 40° qui a contribué nécessairement à éliminer de l'eau et à hâter la cristallisation.

Le lecteur verra ce qu'il doit penser d'une allégation émise dans ces conditions, et des conséquences désastreuses qu'entraînerait pour la ferme l'adoption de ce procédé, impossible à tous égards.

III. — PROCÉDÉ ROUSSEAU.

M. Rousseau offre de créer la sucrerie agricole par le moyen suivant :

On ferait en ferme une *sucraterie* (?), dans laquelle on préparerait *le sucrate de chaux de M. Rousseau;* on y garderait les pulpes sur place et l'on vendrait le sucrate aux fabriques de sucre ou à sa propre fabrique, si l'on annexait à la sucraterie le matériel nécessaire pour traiter le sucrate.

Il y a des choses tellement puériles et dénuées de sens que

l'obligation de s'en occuper est un des plus grands ennuis des spécialistes. Le procédé Rousseau est de ce genre, comme, d'ailleurs, tout ce que M. Rousseau a voulu faire jusqu'à présent *par lui-même* en sucrerie. Si le rappel du procédé de Barruel fut une source de prospérité pour la sucrerie, on doit savoir gré, jusqu'à certain point, à M. Rousseau d'avoir attiré l'attention de la fabrication sur cette réaction si simple et si pratique, tout en protestant énergiquement contre le fait de s'emparer d'une propriété de droit commun. La carbonatation n'a rien à devoir à M. Rousseau, parce qu'il ne l'a ni inventée ni trouvée, bien qu'il l'ait exploitée; le reste des procédés de cet inventeur se compose des erreurs les plus flagrantes. Nous n'insisterons pas sur le procédé au sesquioxyde de fer et au sulfate de chaux, pour lequel il y a chose jugée, et nous ne devons nous occuper ici que de la sucraterie, puisque cette idée a été proposée à la fabrication et à l'agriculture.

1° *Le sucrate de M. Rousseau n'existe pas!* — Cette proposition n'aurait pas besoin de démonstration pour les chimistes; mais elle requiert quelques explications à l'adresse des personnes qui voudraient étudier la question.

M. Rousseau extrait le jus comme tout le monde, en sorte qu'il laisse dans les pulpes 16/96 du jus normal et que, sous ce rapport, il ne propose aucun avantage. Ce jus est amené à la densité de 18° à 20° B., et qu'on y introduise, avant ou après cette concentration, une quantité de chaux suffisante pour éliminer les matières séparables, la situation reste la même et le champ peut être laissé très-libre à l'inventeur. Le fait est celui-ci. On ajoute assez de chaux à la liqueur pour la dépouiller des matières étrangères et former une combinaison calcique avec tout le sucre. Nous prenons les termes les plus avantageux pour le procédé. Il est clair que l'on ne peut dépasser, dans cette première phase, la quantité de chaux utile pour faire un sucrate monobasique, soluble à chaud et à froid, puisque, autrement, une partie du sucrate se séparerait à chaud et serait perdue dans les écumes et les dépôts. On doit admettre que M. Rousseau n'a pas commis cette faute. Or, ce liquide, chaulé ou non, doit être concentré à 20° B. environ, cette concentration étant indispensable à la préparation. Comme, plus tard, il faudra traiter le produit par l'eau, cette première dé-

pense de calorique est une dépense excédante dont l'appréciation est facile.

1,000 kilogrammes de jus à 5° B. renferment 0,087 de matières dissoutes ou 87 kilogrammes, avec 913 kilogrammes d'eau. A la densité de 20° B., la richesse étant de 0,37, il s'ensuit que le sirop contient 370 kilogrammes de matières dissoutes et 630 kilogrammes d'eau sur 1,000 kilogrammes. Le jus traité (1,000 kilogrammes) ne fournissant que 235^k,13 de sirop faible à 20° B.; on a dû vaporiser

$$1,000 - 235^k,13 = 764^k,87.$$

C'est une dépense inutile de 448,978 calories ou 100 kilogrammes de charbon environ, par 1,000 kilogrammes de jus, en partant de la température initiale de + 50°.

Cette observation a bien son importance; mais elle ne doit être considérée que comme relative à un point accessoire. L'inventeur ne pouvait méconnaître l'impossibilité de préparer du *sucrate de chaux réel*, puisque le sucrate monobasique est déliquescent à chaud et à froid, que les sucrates basiques peu solubles à chaud se redissolvent à froid, et que tous absorbent l'humidité atmosphérique. Pour sortir de cette difficulté, M. Rousseau imagina d'ajouter à ce sirop à 20°, contenant le sucrate monobasique proportionnel à 70 kilogrammes de sucre environ, un excès de chaux suffisant pour faire une pâte que l'on peut dessécher, mouler, transporter...

Le sucrate Rousseau n'est donc autre chose qu'un *mortier*, composé de sucrate et de chaux, à peu près analogue à un aggloméré quelconque de chaux et de plâtre, et il est démontré que le sucrate Rousseau n'existe pas en tant que sucrate proprement dit, puisque ce n'est qu'un pralinage, un mortier, le mot est exact, formé de beaucoup de chaux et d'un peu de sucrate.

2° *Le produit de M. Rousseau n'est pas conservable.*— On peut conserver le mortier dont nous parlons, lorsqu'il est sec et qu'on le garde dans un lieu sec, à l'abri de l'humidité atmosphérique. S'il n'est pas placé dans ces conditions rigoureuses, le sucrate qu'il renferme et les sucrates alcalins qui y sont contenus absorbent l'humidité et tombent en déliquescence. Il en résulte que ce produit ne peut être transporté ni conservé sans

de grands soins et de grandes précautions, en sorte que l'une des prétentions que les réclames ont fait miroiter avec le plus d'insistance est complétement inadmissible.

3° *Le sucre contenu dans le produit Rousseau est sujet à s'altérer.* — Si l'on considère que le sucrate de chaux, qui fait partie de l'aggloméré, est accompagné de sucrates alcalins et de glucose, on comprendra qu'il soit à peu près impossible de ne pas perdre du sucre par transformation. Dans tous les cas, tout l'alcali réagit sur le sucre aussitôt, au moins, que l'on veut poursuivre le traitement, et la coloration brune rougeâtre, due à l'action des alcalis, présente une intensité considérable, qui ne peut être atténuée que par le noir en excès.

Il est évident, pour tous ceux qui réfléchissent, que la sucrerie agricole ne peut songer à employer le noir. D'autre part, M. Rousseau semble borner le travail agricole à la préparation du sucrate, en sorte que le fermier aurait à vendre à une fabrique complémentaire ce produit bâtard, dont pas un chimiste instruit ne consentirait à accepter la paternité.

Quoi qu'il en soit, en traitant par l'eau la masse agglomérée, on redissout le sucrate de chaux, les sucrates alcalins, les sels, les matières organiques altérées par l'excès de chaux. On se débarrasse de cet excès de chaux par décantation et pression, et l'on est en face d'un liquide plus impur encore que celui des défécations ordinaires. On est donc ramené au point de départ, et ce mouvement rétrograde ne pourra jamais être considéré comme économique, même par les plus crédules et les plus confiants. Il faut purifier ce liquide et, pour cela, tout le travail de la sucrerie est à faire, avec des dépenses plus considérables que dans la méthode courante.

On a allégué, il est vrai, que la dissolution du sucrate contenu dans le produit Rousseau se faisant avec une moindre quantité d'eau, il y aurait moins à évaporer; mais cette allégation est illusoire. En effet, pour *épuiser* le produit Rousseau et ne pas perdre trop de sucrate dans le résidu, on est obligé de faire un lessivage méthodique et de le faire à une température peu élevée, pour pouvoir dissoudre le produit utile qui est devenu basique en présence de l'excès de chaux; il est donc nécessaire d'employer beaucoup d'eau pour ce lessivage et, finalement, 1,000 parties de produit, contenant 140 parties de sucre au

plus, combiné à la chaux et praliné avec un excès de cette base, ne peuvent se lessiver convenablement par moins de 2,000 parties d'eau; en sorte que, pour faire passablement les choses et ne pas trop perdre dans le résidu, il faut ramener la densité au point où elle était d'abord. Ce fait a été dûment vérifié.

Le liquide obtenu, entre 5° et 6° B., est saturé, filtré sur noir, concentré, filtré de nouveau et cuit à l'ordinaire. La cristallisation n'offre rien de particulier, comparativement à la méthode courante.

Si l'on examine maintenant le côté économique, on peut constater que ce procédé est le plus cher de tous ceux que l'on puisse adopter. Il se présente, en effet, deux cas à l'observation : ou bien le fermier ne préparera que ce que M. Rousseau veut bien appeler du sucrate de chaux et vendra cela à une fabrique qui payera la chose au rabais, en tenant compte de la dépense nécessaire pour le lessivage et la purification d'un produit anormal; ou bien l'agriculteur fera le sucrate, puis le traitera pour en retirer le sucre. La situation est nette et on ne peut guère en sortir par une autre hypothèse.

Il a été dit qu'une *sucraterie* pouvait être établie pour une somme peu élevée. Cela est à examiner. Il faut autant de dépense à la râpe et aux presses que dans la fabrication ordinaire. Il faut autant de force motrice pour ces deux actions. On doit dépenser autant en main-d'œuvre. La défécation coûte autant comme matériel, et il faut concentrer le liquide et sécher le produit.

Tout cela exige certainement un matériel de 30,000 francs au minimum. Les constructions de bâtiment, la charpente et beaucoup d'autres dépenses restent en dehors de ce chiffre. Nous accepterions cependant tous les chiffres possibles et nous nous bornerions à demander ce que l'on obtient en échange. La réponse est simple. On fait le sucrate Rousseau, dont la fabrication n'avance pas le travail manufacturier autant que la défécation ordinaire, puisqu'il faudra lessiver ce produit et faire, par là même, une opération désagréable en sus. On est exactement dans la même situation que si l'on dépensait 40,000 francs pour faire une *mauvaise défécation*.

Disons que, pour obtenir le sucrate Rousseau de 25,000 kilogrammes de jus, on aura les dépenses suivantes :

1° *Extraction du jus*. Matériel :

a. Machine à vapeur.........	3,000f	= 17,925 fr.
b. Râpe et sa transmission....	2,500	
c. Deux presses hydrauliques avec leurs accessoires, à 5,800 fr.	11,600	
d. Service de l'eau, part proportionnelle..................	825	

Frais pour la campagne de 120 jours :

a. Intérêt du capital d'installation et usure du matériel, à 10 pour 100..................................	1,792f 50
b. Réparations et entretien..........................	3,600 00
c. Combustible, 60 tonnes à 36 fr.	2,160 00
d. Achat des racines, au prix agricole de 14 fr. 3,000,000 de kilogrammes..................................	42,000 00
e. Main-d'œuvre, au total, sur les bases indiquées plus haut.	8,730 00
Total.................	58,282 50
A déduire 600,000 kilogrammes de pulpe à 10 fr...	6,000 00
Reste en dépense..................	52,282 50

Par un rendement de 80 pour 100 en jus normal, on trouve un produit de 2,400,000 kilogrammes de jus, dont le prix de revient, aux 100 kilogrammes, est 2f,178.

2° *Défécation*. Matériel :

a. Monte-jus et accessoires.....	900f	= 7,850 fr.
b. Chaudière à défécation......	1,800	
c. Filtre-presse..............	2,500	
d. Quote-part dans la production de vapeur, 5 chevaux environ.....	2,500	
e. Accessoires, environ........	150	

Frais et dépenses de la journée pour 25,000 kilogrammes :

a. Intérêt du capital et usure des appareils, à 10 pour 100, pour 1 jour..............................	6f 54
b. Combustible, 535 kil. à 36 fr. la tonne.........	19 26
c. 3° Chaux, 16 millièmes en moyenne, 400 kil. à 2 francs..................................	8 00
d. Entretien et réparations, environ..............	10 00
e. Éclairage pour l'équipe de nuit, environ........	0 75
f. Main-d'œuvre.............................	9 65
g. Perte de jus, 3 pour 100 au moins, soit 750 kil. à 2 fr. 178................................	16 33
Total des frais de défécation.....	70 53

D'où il suit que la défécation de 100 kilogrammes de jus coûte, à M. Rousseau, 0f,30 environ (0f,293), à peu près comme la défécation ordinaire.

3° *Transformation en sucrate.* Matériel.

a. Deux chaudières de concentration, *au moins*, pouvant vaporiser ensemble 764k,87 par heure, soit, à 2,500 fr. l'une..... =	5000f	9500
b. Quote-part dans la production de vapeur, 23ch 1/2, que l'on peut obtenir pour 4,500 francs dans des conditions exceptionnelles[1]...........................	4500	
c. Une chaudière ou un bac pour faire le mélange avec l'excès de chaux...........	mémoire.	
d. Matériel de l'étuve pour dessécher le produit...........................	»	

Frais et dépenses de la journée pour 25,000 *kilogrammes :*

a. Intérêt du capital et usure du matériel, à 10 pour 100, pour un jour (sauf mémoire)......................	7f	91
b. Combustible, 100 kil. par heure, 2,400 kil,, à 36 fr. la tonne....................................	86	40
c. Chaux, *au minimum*, la moitié du poids du sirop, ou 187k,56 par heure, soit, par jour, 2,821 kilogrammes à 2 fr. les 100 kilogrammes.......................	56	42
d. Main-d'œuvre. Au moins 1 homme à la concentration, 1 homme et 1 aide pour le mélange, 1 homme et 1 aide pour la dessiccation, soit, en tout, *au minimum*, 5 ouvriers par équipe, ou 10 par jour, à 2 fr. en moyenne.......	20	00
Total................	170	73

Cette somme, appliquée au traitement de 100 kilogrammes de jus, conduit à un prix de revient de 0f,683, tout en abaissant beaucoup la proportion réelle de la chaux employée, en diminuant la main-d'œuvre, etc. Par suite, les frais qui concourent à la fabrication du produit Rousseau peuvent se résumer comme suit pour la journée :

1° Extraction du jus, 2,178 × 250............. =	544f	50
2° Défécation..................................	70	53
3° Transformation..............................	170	73
Total.................	785	76

1. Cette dépense serait réduite par l'utilisation des vapeurs détendues, mais nous adoptons pour base ce qui se fait le plus ordinairement, et nous comparons le système Rousseau à la fabrication courante

Pour cette somme, on *peut obtenir* $87 \times 25 = 2{,}175$ kilogrammes de sucre, en théorie. Il faut défalquer de ce chiffre 3 pour 100 de perte à la défécation, ce qui réduit la production à 2,109 de sucre, en ne parlant pas des autres pertes dues au travail d'extraction, à la pression en particulier, etc.

Ce sucre est à l'état de sucrate, combiné avec 345k,3 de chaux, ce qui porte le poids du sucrate réel, en supposant un travail très-régulier, à 2,455k,05. Cette matière a dû être mélangée pour prendre la forme solide avec 2,821 kilogrammes de chaux excédante, en sorte que le total du prétendu sucrate s'élève à 5,276 kilogrammes, coûtant 785f,76, et revenant à 14f,87 aux 100 kilogrammes *secs.*

Or, cette matière ne peut être vendue ni comme sirop, ni comme sucre, ni comme sucrate. C'est un mélange qui ne représente pas la moitié de son poids de sucrate et qui ne contient pas plus de 40 pour 100 (39,97) de sucre, en mettant les choses au mieux. Il en résulte que l'on dépense 37f,22 pour amener 100 kilogrammes de sucre à l'état de sucrate ou d'aggloméré Rousseau. De même, 100 kilogrammes de jus produisant 21k,764 de ce prétendu sucrate, le traitement de 100 kilogrammes de jus, par ce procédé, revient, en somme, à 3f,23, c'est-à-dire à un prix plus cher incontestablement que par la méthode des presses.

Il ne faut pas s'y tromper : en faisant du produit Rousseau, on ne fait que reculer le travail. Lorsque l'on aura dépensé 3f,23 pour amener 100 kilogrammes de jus sous la forme de 21k,764 de ce produit, on n'aura fait qu'un traitement du jus, et nous ajoutons que ce traitement ne sera que préparatoire, puisqu'on devra *refaire du jus* avec la matière produite, et que ce jus devra encore supporter des frais de lessivage, de traitement par l'eau, avant de pouvoir subir la purification.

L'agriculteur faisant de la sucraterie produira donc, au prix de 3f,23, 21k,764 de matière contenant 8 kilogrammes de sucre au plus, et représentant 100 kilogrammes de jus. Comme ce jus ne coûte au fabricant de sucre que 2f,92, les 21k,764 de produit ne pourront être payés que ce prix, diminué des frais de lessivage du sucrate et d'un certain bénéfice. Admettons que ce produit soit payé 2 francs aux 21k,764, c'est-à-dire 9f,19 aux 100 kilogrammes, loin de gagner de l'argent, le cultivateur se trouvera en perte.

Le cas particulier dans lequel l'agriculteur voudrait préparer du sucrate Rousseau pour le vendre n'est donc pas admissible, et l'on ne sait vraiment quel jugement émettre sur ceux qui ont osé proposer cela, ou sur ceux qui ont eu la naïveté de croire à des allégations aussi peu justifiées. Nous laissons à l'écart, bien entendu, les gens qui, faisant du rôle de l'écrivain un métier, se sont laissé entraîner à faire l'éloge d'un procédé pareil, car ils ne peuvent échapper à l'accusation de mauvaise foi que par l'aveu d'une ignorance incompréhensible.

Assurément, M. Rousseau n'a pas eu l'occasion de réfléchir à la pratique de son procédé, car, pour peu qu'il en eût envisagé les conséquences pratiques avec sang-froid et désintéressement, il devrait avoir cessé, depuis longtemps, d'en fatiguer l'opinion publique. A côté de cette rêverie, le procédé Kessler et le procédé Champonnois, dont la valeur est bien petite, cependant, peuvent être regardés comme des merveilles.

Si l'on envisage le second cas de notre hypothèse, celui où l'agriculteur prépare le sucrate Rousseau et le traite pour sucre, on n'a pas besoin d'un long examen pour reconnaître que les autres parties de la fabrication restant sans modifications, le traitement du sucrate coûtera tout autant que le traitement du jus pour la purification, la saturation, la concentration et la cuite; il faudra, en outre, ajouter à tout cela les frais de lessivage méthodique, et l'on trouvera nécessairement une augmentation très-notable dans le prix de revient. Comme déjà le prix de revient de 100 kilogrammes de jus ou de l'équivalent est de 0f31, au moins plus élevé que dans la pratique ordinaire, on ne peut être soupçonné d'exagération en affirmant que les 100 kilogrammes de masse cuite coûteront au moins 3f,10 de plus que par le système des fabriques.

Dans un tel état de choses et à la suite de considérations aussi nettes, il serait oiseux d'insister sur le peu de confiance que les agriculteurs doivent accorder à un procédé aussi incomplet que ruineux dans l'application.

IV. — PROCÉDÉ FRÉZON.

Ce procédé a été proposé en 1873. Il ne semble pas que l'inventeur se soit jamais occupé du sucre au point de vue technologique et, si nous jugeons sainement les choses, il paraît être

aussi étranger à la science chimique qu'à la pratique sucrière.

Voici comment M. Frézon entend le traitement de la betterave, au moins suivant sa première manière, la seconde forme de son procédé devant être indiquée à la suite.

Pour ne pas nous exposer à quelque défaut de mémoire et, aussi, pour épargner à nos lecteurs la lecture du brevet de M. Frézon, nous reproduirons textuellement une note descriptive, due à l'inventeur et adressée à l'agriculture française, par l'intermédiaire du journal agricole le plus accrédité[1]. Nous nous contentons de souligner les phrases les plus saillantes de ce factum, sauf à le faire suivre des observations indispensables.

« Dans son numéro du 29 mai dernier, le *Journal d'Agriculture pratique* annonçait sommairement à ses nombreux abonnés, par l'organe de M. de Céris, secrétaire de la rédaction, notre *nouveau* système de fabrication du sucre de betteraves.

« Pour répondre aux demandes qui nous sont journellement adressées, nous croyons devoir compléter les renseignements déjà fournis sur cette nouvelle méthode.

« Le but que nous avons désiré atteindre a été celui de résoudre le PROBLÈME, tant de fois cherché, de la production du sucre dans des conditions accessibles pour tous, même en petites quantités.

« Aujourd'hui, par des *expériences pratiques*, quoique faites à une époque où déjà depuis longtemps les sucreries avaient cessé leurs travaux, ***nous avons acquis néanmoins la preuve que notre nouveau système d'extraire le sucre de la betterave est fondé sur des données rationnelles et certaines.***

« Pour atteindre ce but, nous avons dû d'abord faire un examen très-attentif de la betterave, ainsi que des nombreux travaux analytiques entrepris par la science sur sa composition chimique.

« De cet examen il est ressorti pour nous que jusqu'à ce jour *les premières opérations*, que l'on fait subir à la betterave dans les sucreries, *sont irrationnelles*, et d'une complication complétement discordante avec sa conformation physique et sa composition chimique.

« Tous ceux qui se sont occupés de la structure de la bette-

1. *Agriculture pratique*, du 14 août 1873.

rave sont d'accord aujourd'hui sur un point très-essentiel, c'est que le sucre contenu dans de nombreuses cellules est tout *formé* dans cette racine, et qu'il n'y est pas dans un *état de préexistence*. Or, on pourrait dire avec raison qu'on ne fabrique point le sucre avec la betterave, mais qu'on en fait l'*extraction*, comme cela se pratique pour le sel marin (chlorure de sodium), ainsi que pour bien d'autres produits. Il n'en est pas de même de l'alcool provenant du même végétal : l'alcool préexiste dans la betterave, mais il n'y est point tout formé, et l'on ne l'obtient à cet état que par des opérations chimiques qui transforment le sucre en alcool : et c'est là vraiment une *fabrication*.

« Si nous sommes entré dans ces distinctions de mots, ce n'est pas par esprit de contradiction, mais pour mieux faire comprendre qu'il était *inutile*, pour obtenir le sucre de la betterave, ainsi que de tous les végétaux qui en sont doués, de passer par les diverses phases de nombreuses manipulations compliquées, inutiles et même nuisibles, lesquelles nécessitent fatalement un matériel important et très-coûteux, dont nous nous dispensons par notre méthode; qu'il suffisait tout *simplement* de faire, comme nous le faisons, l'*extraction* du SUCRE SEUL dilué dans son eau de végétation.

« Il est vrai que l'on nous objectera : « Mais, vous oubliez que la betterave ne contient pas que du sucre pur. » Nous répondrons : « Nous n'oublions rien, c'est vous au contraire qui n'avez pas examiné avec toute l'attention voulue toutes les phases de la végétation et la structure de la betterave; vous auriez observé que toutes les matières étrangères au sucre occupent chacune leur place respective; elles ne sont nullement mélangées, ou tout au moins d'une façon inextricable; il suffisait de respecter ce que la nature a si bien prédisposé, afin de permettre facilement l'*extraction du sucre dans son eau de végétation seulement*. »

« S'il restait encore un doute sur la possibilité de la séparation ou de l'extraction du sucre seul d'avec *les matières inutiles* composant l'ensemble de la betterave, nous n'aurions qu'à opposer comme exemple les résultats obtenus par l'osmogène.

« Et qui donc pourrait nier que la betterave ne peut faire l'office d'un *osmogène naturel?*

« Mais nous allons plus loin : à ceux qui douteraient encore, nous pouvons prouver par des faits ce que nous avançons.

« Au lieu de suivre cette voie toute naturelle, que fait-on dans l'industrie de la sucrerie? On commence par désagréger le plus possible la betterave et, par une pression énergique, on obtient un jus qui contient pêle-mêle toutes les substances inutiles et nuisibles, et celles véritablement utiles, qu'il faut ensuite séparer.

« C'est là l'opération la plus délicate, pour laquelle on a déjà proposé tant de procédés divers, dont pas un seul n'a pu jusqu'à ce jour assurer l'élimination complète des matières nuisibles. (Ne citerions-nous que les *sels potassiques*.)

« Par notre système, nous agissons contrairement à ce que l'on fait dans les sucreries : nous mettons à profit les heureuses dispositions de l'organographie de la betterave afin d'en *extraire les sels potassiques* qui sont la *cause principale de l'affaiblissement du rendement en sucre,* ainsi que quelques autres matières organiques solubles, nuisibles également à la cristallisation : toutes les autres matières nuisibles, qui n'ont pu être éliminées, sont annihilées par la coagulation et restent adhérentes au parenchyme ou (à la) pulpe.

« Nous obtenons ce résultat par une seule opération : la betterave tout entière, telle qu'elle sort des silos, est mise dans un appareil lixiviateur où elle subit un *lavage à l'eau bouillante*, additionnée d'un AGENT CHIMIQUE.

« Après ce lavage, on retire la betterave du lixiviateur pour en exprimer le jus par une pression énergique. Arrivé à ce point de l'opération, il est déjà facile de contrôler les résultats de la nouvelle méthode pour extraire le sucre de la betterave. Cette opération se fait très-facilement sans désagréger la betterave; au contraire, il faut bien s'en garder, car dans son entier elle fait l'office d'un excellent diaphragme filtrant.

« L'*eau* qui a servi à laver la betterave lui *a enlevé ses sels potassiques*, ainsi que quelques matières organiques colorées, mais *on n'y trouve point de sucre cristallisable* d'une façon appréciable.

« D'un autre côté, le jus obtenu par la pression de la betterave contient *tout le sucre* dans un état *à peu près pur :* s'il est encore un peu trouble, cela tient à une faible partie de *protéine*, entraînée par la percussion résultant de la pression : elle reste

en suspension dans le jus, mais quelques minutes d'ébullition la précipitent; alors le jus devient d'une limpidité remarquable, et l'on ne saurait y constater la présence des sels qui ont été additionnés dans l'eau du lavage.

« L'état du parenchyme de la betterave, duquel on a extrait le jus sucré, serait à lui seul une preuve de l'efficacité du nouveau système, car peu de temps après être pressé, on y observe à la vue et au toucher toutes les matières albuminoïdes et gommeuses qui y ont été coagulées par l'action du lavage : cette pulpe diffère essentiellement des pulpes obtenues par l'action du râpage ordinaire; *elle contient toutes les propriétés nutritives* qui, au contraire, sont en partie perdues par les procédés de la sucrerie ordinaire.

« Le jus marque, selon la richesse de la betterave, de 7 degrés à 8 degrés Baumé : il suffit de le faire évaporer pour l'amener à un état de densité suffisant pour qu'il puisse cristalliser.

« Nous faisons ce travail en trois opérations, dans des évaporateurs à air libre, mais construits de façon à ne point altérer le sirop. (Bien entendu nous n'excluons point les appareils à concentrer dans le vide, nous n'avons pas la prétention de les remplacer.)

« Le jus à 7 degrés Baumé est mis dans un premier évaporateur, muni d'un serpentin qui reçoit, pour commencer le travail d'évaporation, la vapeur directe du générateur, mais une fois la chaleur arrivée à 100 degrés centigrades, il suffit de chauffer par l'échappement d'une petite machine à vapeur, servant aux divers services.

« Le jus, arrivé à la densité de 15 degrés, est renvoyé par le secours du monte-jus dans un cylindre décantateur; après quelques instants de repos, toutes les matières en suspension se déposent au fond; il suffit d'une simple décantation; les dépôts sont lavés, et les eaux qui en proviennent sont reversées dans d'autres premiers jus à évaporer.

« Le jus à 15 degrés, provenant de cette décantation, passe dans le second appareil évaporateur qui est chauffé seulement à 90 degrés centigrades par les eaux de la condensation de la vapeur du premier évaporateur.

« Quand le jus a atteint 30 degrés Baumé, on le fait passer dans le troisième évaporateur à une température de 60 à 65 de-

grés centigrades, lequel est chauffé à son tour par les eaux de la condensation, provenant du deuxième appareil; il est construit comme les deux premiers et remplace l'appareil servant à la cuite.

« Le jus est concentré jusqu'à ce qu'il marque 42 degrés Baumé, étant froid.

« Arrivé à ce point, il suffit de transvaser le sirop dans des bacs à cristalliser, et ensuite de turbiner.

« Les opérations se résument ainsi :

« 1° Lavage de la betterave à l'eau bouillante;

« 2° Extraction du jus par la pression;

« 3° Première évaporation, de 7 degrés Baumé à 15 degrés;

« 4° Décantation;

« 5° Deuxième et troisième évaporation des jus de 15 à 30 degrés et de 30 à 42 degrés;

« 6° Turbinage des sirops après cristallisation.

« Par notre système, nous fractionnons notre matériel pour l'extraction du sucre de betteraves par séries pouvant travailler 20,000 kilogrammes par vingt-quatre heures.

« Pour une seule série les dépenses d'installation coûteront 30,000 francs, ainsi répartis :

Pour générateur, petite machine à vapeur, pompe et réservoir à eau....................................	9,000 fr.
Matériel spécial à l'extraction, à la concentration des jus, à la cristallisation et au turbinage..............	15,000
Matériel pour les emplis (bacs)...................	6,000
Total égal..................	30,000 fr.

« Une grande partie de ce matériel existe déjà dans beaucoup de distilleries; mais pour ceux qui déjà fabriquent du sucre, le lixiviateur seul est nécessaire, les autres appareils existants peuvent parfaitement servir, quel que soit le système, à air libre ou dans le vide.

« Nous donnerons ici seulement le prix de revient pour une série de 20,000 kilogrammes de betteraves, travaillées en vingt-quatre heures, et pour une campagne de cent vingt jours.

20,000 kilogrammes de betteraves par jour de travail, soit, pour 120 jours, 2,400,000 kilogrammes à 20 fr. les 1,000 kilogrammes.	48,000 fr.
Ces 2,400,000 kilogrammes de betteraves donneront, à raison de 7 pour 100 de sucre, 168,000 kilogrammes de sucre à 60 fr. les 100 kilogrammes.	100,800
Bénéfice.	52,800 fr.

« Les frais de fabrication sont amplement couverts par le rendement en mélasses et en pulpes.

« Nous nous tenons à la disposition des agriculteurs et des fabricants de sucre qui désireraient des renseignements complémentaires sur les détails de notre procédé. »

Il est assez difficile de résumer la chose bizarre que nous venons de reproduire, l'auteur ne paraissant pas lui-même avoir bien compris ce qu'il a écrit ou ce qu'il a voulu dire. Nous n'aborderions pas, certainement, une tâche aussi ingrate, sans la nécessité qui nous oblige à *exposer clairement* à nos lecteurs tout ce qui peut intéresser la sucrerie, même ce qui est mauvais, lorsque ce mauvais a appelé la discussion par une publicité imprudente. Ne pouvant donc transiger avec un devoir, nous avons à chercher ce que M. Frézon a bien voulu signifier par son prospectus. Voici comment, sauf erreur, nous comprenons le sens de cette charade.

M. Frézon croit avoir trouvé un *procédé nouveau de fabrication* du sucre de betteraves, et ses expériences pratiques (?) lui ont fourni la preuve *que* son *nouveau système* est fondé sur des *données rationnelles et certaines*, tandis que les premières opérations dans les sucreries sont irrationnelles et trop compliquées.

Quoique l'auteur n'ait pas saisi la valeur des mots dont il se sert et sans vouloir rechercher la signification qu'il attache à la *préexistence*, on peut admettre que c'est une faute de langage de dire *fabrication du sucre* lorsque la sucrerie se borne à faire l'*extraction* d'un produit *tout formé* et *préexistant*. Cette petite concession de mots ne peut gêner personne, bien que l'*usage* ait prévalu contre la logique. M. Frézon tire parti de cette critique anodine pour faire le procès à ce qui se fait en industrie et pour proclamer la complication, l'inutilité et l'influence nuisible des manipulations des fabriques. Il déclare qu'il suffit tout *simplement* de faire comme il le fait (?) l'*extraction du sucre seul* dilué dans son eau de végétation.

Et cela est très-simple, aux yeux de M. Frézon, malgré la présence des matières étrangères au sucre, car ces matières occupent chacune leur place respective, selon l'opinion de l'inventeur, et la nature a tout prédisposé pour qu'on puisse extraire facilement le sucre dans son eau de végétation seulement, sans rien prendre de ce qu'on n'a pas intérêt à prendre. Pour faire pénétrer dans les esprits cette affirmation curieuse, M. Frézon demande, avec la plus grande conviction, qui pourrait nier que la betterave puisse faire l'office d'un *osmogène naturel?* Ce n'est pas tout; au lieu de désagréger la racine et d'en extraire un jus renfermant pêle-mêle le bon et le mauvais ou l'inutile, l'auteur prétend mettre à profit *les heureuses dispositions de l'organographie* de la betterave pour en extraire les sels potassiques et quelques autres matières organiques solubles, nuisibles également à la cristallisation; toutes les autres matières nuisibles qui n'ont pu être éliminées sont annihilées par la coagulation...

Pour arriver à ces résultats, M. Frézon fait subir à la betterave entière un lavage à l'*eau bouillante*, additionnée d'un agent chimique.

Cet agent n'est pas indiqué dans la note, et pour cause, mais le brevet apprend que c'est le *chlorure de calcium* qui est employé, dans un but assez problématique.

La betterave entière (cuite) est pressée, et le jus qui sort contient *tout le sucre à peu près pur;* s'il est trouble, ce fait tient à ce qu'un peu de *protéine* (?) a été entraînée par la *percussion de la pression;* l'ébullition la précipite, et le jus très-limpide ne renferme pas de trace de l'agent chimique employé.

D'autre part, l'eau de lavage a enlevé les sels de potasse et des matières colorantes, qu'elle a su choisir avec le plus grand discernement dans les cellules spéciales, sans toucher au sucre, dont on ne peut apprécier la présence...

La pulpe contient toutes les propriétés nutritives, qui sont perdues par les procédés ordinaires.

Le jus est concentré à 15° B.; on le purifie par le repos et la décantation. Une seconde concentration à 30° B. est suivie d'une seconde décantation; puis on concentre à 42° B. et l'on fait cristalliser...

Nous avouons franchement la stupéfaction que nous avons éprouvée, non pas en présence de l'entassement des grands

mots, des phrases bizarres et incohérentes qui composent le *patois* de cette élucubration, mais à la pensée de l'*intelligence* de l'eau bouillante assaisonnée de chlorure de calcium. Ne faut-il pas que cette eau soit vraiment intelligente et très-habile pour choisir dans les cellules celles qui contiennent des matières nuisibles au sucre, afin de dissoudre ces matières de préférence, de les enlever et de laisser le sucre pur en totalité à la disposition de M. Frézon? Et le chlorure de calcium ne doit-il pas être de la plus grande soumission à la discipline pour comprendre qu'il n'a pas le droit de se dissoudre dans la séve, et que son devoir est de rester fidèlement dans l'eau de lavage ou de cuisson? Malgré le privilége, assez peu enviable, d'ailleurs, d'une certaine expérience des choses de la chimie et de la physiologie, nous n'avons pu encore nous expliquer la nouvelle science de M. Frézon d'une manière satisfaisante.

En vérité, on se prend à douter de la raison humaine, lorsque l'on est témoin de semblables aberrations. Au reste, M. Frézon ne resta pas longtemps enchaîné par les conséquences logiques de sa théorie. Il ne prétendit pas longtemps que le lessivage n'enlève pas de sucre, car il en vint à chercher les moyens d'utiliser le sucre de ses eaux de cuisson... Ce fait démontre à l'évidence que l'eau et le chlorure de calcium ont dû perdre de leurs merveilleuses aptitudes, qu'ils ont cessé d'obéir passivement et que *les heureuses dispositions de l'organographie* de la betterave ne sont pas constantes.

Dans sa seconde révélation, M. Frézon abandonne quelque peu le chlorure de calcium, et il déclare donner la préférence aux sulfites, bisulfites, enfin, aux *sels basiques*[1]....

Cette phrase n'a pas besoin de commentaire et elle démontre surabondamment que M. Frézon connaît, de la chimie, autant que Boileau accuse Pradon d'avoir connu de la littérature...

Mais la somme, assurément très-faible, des connaissances chimiques possédées par M. Frézon n'est pas en question. Ce qui nous intéresse, c'est de savoir si le procédé est bon, s'il est économique et productif, s'il a été le résultat de l'observation des faits, ou si ce n'est qu'une réclame en faveur d'une fantaisie. Avant de rechercher tout cela, peut-être est-il bon de

1. Ce sont les propres paroles de l'inventeur, adressées à un jeune ingénieur, M. N..., qui lui demandait des explications techniques. Les bi-sulfites sont des *sels acides*...

demander si le procédé de M. Frézon appartient en réalité à l'inventeur qui en réclame la propriété.

Sur ce premier point, il est difficile de conserver un doute, de quelque indulgence que l'on puisse se sentir capable envers les faiblesses humaines. En effet, sauf, peut-être, quelques détails d'outillage, dont nous n'avons pas à nous soucier outre raison, il n'y a rien, absolument rien, dans le procédé Frézon, qui appartienne à M. Frézon.

1° La cuisson des racines est du domaine public. Elle remonte à Mathieu de Dombasle et, nous-même, nous en avons fait une application, comme d'une chose connue, dans un brevet pris en 1866 (n° 71,951). Voulant éviter les ennuis qu'une coction trop prolongée avait occasionnés à M. de Dombasle, nous donnions le conseil de soumettre les *betteraves entières* à l'action de la vapeur, pendant une durée moyenne de 25 minutes, afin de coaguler l'albumine sans amener la désagrégation trop complète du tissu végétal. Rien ne manque, comme on le voit, à la preuve d'antériorité, à moins que M. Frézon ne revendique la cuisson à l'eau et non à la vapeur. Ce ne serait qu'un côté de la question, et il n'en reste pas moins acquis ce fait que l'on peut faire cuire les betteraves entières sans la permission de l'expérimentateur de Billancourt. Pour rester dans le vrai, on doit reconnaître que l'inventeur appelle sa cuisson une lixiviation.

Tout à l'heure, il sera dit pourquoi la cuisson à la vapeur vaut mieux que la cuisson à l'eau.

2° L'emploi du chlorure de calcium a été introduit dans la sucrerie par Michaëlis, et M. Frézon n'y est pour rien. Il est vrai que celui-ci l'ajoute dans l'eau de cuisson de ses betteraves et que le savant allemand l'introduit après la défécation; il est encore exact d'ajouter que celui-ci avait un motif technologique dont l'application pouvait être erronée, mais dont le principe est vrai, tandis que M. Frézon n'avait pas même de prétextes pour ajouter du chlorure de calcium dans l'eau destinée à cuire les betteraves.

3° Les sulfites et les bisulfites remontent à 1810, par Proust et, malgré les données de M. Frézon, il semble bien difficile de revendiquer l'antériorité sur ce point. On se heurterait, d'ailleurs, à vingt copistes de Proust, parmi lesquels on compte encore aujourd'hui M. Melsens, sans parler des autres.

4° Le mode de purification des produits par des repos et des décantations, après les différentes phases de la concentration, n'est pas de l'invention de M. Frézon; c'est la pratique primitive des premiers expérimentateurs, dont tous les errements sont du domaine commun.

Que reste-t-il donc à M. Frézon? Il n'a pas plus le droit de cuire la betterave que tout le monde; mais il la cuit à l'eau, *salée* avec le chlorure de calcium. Son invention ici est incontestable; il met le chlorure de calcium dans l'eau de cuisson, et cette particularité est bien sa propriété. Voilà tout, car le reste est à tous ceux qui veulent le prendre, s'ils croient avoir intérêt à le faire.

Le bilan n'est pas réellement avantageux. Mais, si la propriété n'existe pas, ce procédé d'emprunt peut-il avoir de bons résultats? est-il économique et productif? Cette question est plus sérieuse et, bien que le lecteur l'ait déjà tranchée, il est utile d'y répondre.

La cuisson des betteraves à l'eau est une faute.— M. Frézon aurait dû savoir que, par l'action de l'eau, de l'eau chaude surtout, une partie plus ou moins considérable du sucre et des principes solubles de la betterave, même entière, se dissout dans ce liquide. Il aurait dû savoir que, en échange, une partie du chlorure de calcium, ou de tout autre agent chimique, pénètre dans la racine. S'il avait su ces choses, connues aujourd'hui de tout le monde, il n'aurait pas affirmé que son eau de cuisson n'entraîne pas de sucre, sauf, plus tard, à se préoccuper des moyens d'en retirer le sucre par distillation. On ne se contredit pas ainsi à quelques mois d'intervalle, quand on sait ce que l'on fait et qu'on est sûr de ce qu'on avance.

Le fait seul d'avoir déclaré que l'eau de cuisson n'entraîne pas de sucre donne la valeur du procédé, et cela suffirait pour le ranger parmi ces inconséquences dont on a tourmenté la sucrerie et, surtout, l'agriculture. En fait, la cuisson à l'eau est une cause de perte et de diminution de rendement, puisqu'il y a toujours une portion notable du sucre emportée par le liquide dans une macération faite à chaud. La cuisson n'est pas autre chose, et M. Frézon ne peut pas l'ignorer.

L'emploi du chlorure de calcium est une faute. — Si l'inven-

teur avait *vu* le sucre, s'il s'était rendu compte des réactions exercées sur ce corps par les agents chimiques, il aurait su que le procédé de Michaëlis, emprunté et raccommodé par un changement de place, n'a pas plus de valeur que le procédé primitif. Or, on a dû abandonner l'idée de Michaëlis, parce que le chlorure de calcium, comme presque tous les chlorures, immobilise deux équivalents de sucre. Il se forme un bisucrate de chlorure de calcium, un sel acide, dont le symbole est Ca Cl. 2 ($C^{12}H^{11}O^{11}$), en sorte que, 693,20 de chlorure se combinant avec 4,275 de sucre, 1 seul kilogramme de ce sel, absorbé par les racines ou entraîné dans les jus, suffit pour entraîner dans les mélasses 6k,16 de sucre. Voilà la raison technique de la nullité à peu près complète de la cristallisation dans les sirops préparés suivant le procédé Frézon et, comme on ne traite pas des betteraves pour ne pas faire de sucre, nous comprenons parfaitement que l'inventeur ait cherché à se rejeter sur autre chose, puisqu'il voulait absolument introduire un agent chimique dans son eau de cuisson. Ce qui est moins compréhensible, c'est le choix des sulfites et des bisulfites ; car, par le fait seul de l'abandon du chlorure de calcium, M. Frézon rejetait le peu qui était sa propriété dans le procédé. Ce peu était mauvais, mais il était à lui; tandis que la propriété connue des sulfites et des bisulfites ne peut plus soulever une discussion.

L'idée n'était pas heureuse, d'ailleurs, car ne il paraît pas encore profitable d'assaisonner les pulpes à l'acide sulfureux. D'autre part, l'acide sulfureux des sulfites et des bisulfites se transforme facilement en acide sulfurique au contact des matières organiques, et il devient une cause de perte de sucre très-active.

Enfin, M. Frézon semble avoir pris à tâche d'adopter le contre-pied de tout ce qui est reconnu et admis pour vrai par les hommes d'observation intelligente. Depuis l'origine de la sucrerie industrielle, depuis l'époque où les premiers essais ont commencé à faire comprendre ce qu'il convient de faire dans l'extraction du sucre, on a constaté que la rapidité dans le travail est la première condition du succès. L'inventeur dont nous parlons fait table rase de cette nécessité. Il revient aux errements des premières tentatives, les donne comme faisant partie de son procédé, et semble s'applaudir de sa marche rétrograde

et de l'adoption des repos et décantations d'un autre temps, dont il revendique la propriété...

Tout cela n'est pas sérieux, et nous n'aurions pas pris la peine d'étudier le procédé de Billancourt si nous n'y avions été obligé. Il n'y a pas ici un chiffre à déduire. M. Frézon, même avec des betteraves riches, ne peut pas faire cristalliser du sucre en quantité suffisante, en présence des *agents chimiques* absorbés, et sa fabrication ne peut être rémunératrice. Les pulpes au chlorure de calcium sont malsaines, parce qu'elles sont laxatives. La purification des jus et des sirops n'est pas comprise, et ce procédé serait encore d'un emploi trop cher et trop onéreux quand même il ne coûterait rien, quand même l'outillage et la méthode seraient accordés gratuitement.

Nous avions espéré mieux lorsque ce procédé commençait à faire quelque bruit, et nous avions supposé que des expériences, annoncées avec tant d'assurance, il ressortirait, pour la pratique agricole, quelque chose de profitable et d'utile. Nous avouons à regret le désappointement que nous avons éprouvé en constatant la nullité absolue de cet assemblage informe, au sujet duquel de grandes prétentions auraient été élevées. Pour l'agriculture, il faut un procédé certain et éprouvé, dont les éléments soient basés sur la science et l'expérience; il faut un outillage simple, diminuant les frais de tout genre et surtout la main-d'œuvre. Dans la ferme, on a besoin de bras partout; les économiser sur un point, c'est pouvoir les prodiguer ailleurs au besoin, et il est malheureux que M. Frézon n'ait pas pris les nécessités agricoles pour point de départ. Il y a place pour tout et pour tous sur la terre française; mais le ridicule n'y est pas admis, en matière d'intérêt. On ne peut donc admettre, comme présentant une valeur agricole, un procédé dont le résultat forcé est de diminuer le rendement, puisque le chiffre du rendement est l'indication du bénéfice d'une opération de ce genre.

V. — OBSERVATIONS SUR LES RAPERIES.

Le lecteur nous dispensera de l'ennuyer par des redites inutiles au sujet de divers procédés qui ont déjà été étudiés, et dont les auteurs n'ont visé la sucrerie de la ferme qu'au pis-aller et par contre-coup. Nous n'en parlerons donc pas; mais nous ne pouvons clore ce chapitre sans répondre à quelques affirma-

tions intéressées, à l'aide desquelles on a voulu faire des *râperies* et du procédé Linard le palladium de l'agriculture.

Ces allégations n'ont d'autre but que de faire les affaires de la spéculation Cail, et l'agriculture est le moindre des soucis des chaudronniers. Si les panégyristes des râperies sont sincères, ils sont à plaindre, car ils font preuve de peu d'intelligence; s'ils ne le sont pas, leurs réclames doivent être réduites à leur juste valeur. Ici, il est question de la ferme. Lorsqu'on se place au point de vue de l'intérêt des grandes fabriques industrielles, le cultivateur n'étant plus que le moyen et la machine à matière première, on raisonne tout autrement que nous.

Voilà une grande fabrique, montée par actions au capital de deux ou trois millions, dont la maison Cail, ou quelque imitateur, a englouti la plus large part. On est en face d'un gros matériel, d'une grosse main-d'œuvre, d'un intérêt énorme et d'un besoin immense de matières premières. Le coin où l'on est établi n'en fournit pas la quantité nécessaire, par une raison ou une autre. Il faut aller chercher des marchés au loin; mais il n'est pas toujours possible de conclure ces marchés sans supporter les frais de transport. On ne trompe pas toujours le cultivateur aussi aisément qu'on le désire. Que faire dans cette situation? La solution est indiquée. Faire des marchés à livrer sur place et créer une râperie qui enverra ses jus à la fabrique par une canalisation souterraine. L'établissement de Grenelle fera la râperie et la canalisation, ce qui est une grosse affaire; on payera les betteraves moins cher, puisque l'on pourra arguer de l'absence des transports; on sera sûr d'avoir des jus en abondance, et la différence des prix amortira bientôt le capital...

L'opération est bien conçue, mais elle offre encore un autre point de vue : elle permet l'*usine centrale!* On peut songer à inoculer à la France et à l'Europe la lèpre dont on a infecté les Antilles, et il y a là tout un avenir.

Venir dire à nos paysans, à nos fermiers, à nos agriculteurs: livrez-moi vos racines sans transport, sur place, elles vous seront payées à prix débattu; vous aurez vos pulpes chez vous et leur rachat sera diminué du transport de la fabrique à la ferme, c'est un programme qui a déjà séduit bien des crédulités. On en fait autant à quelques kilomètres de rayon, et l'on englobe la production d'un canton. Les frais de canalisation et de con-

duite sont couverts par l'écart du prix, et l'on est maître de la production. L'*usine centrale* se fait dans les ateliers de la maison Cail, et c'est l'agriculture et la consommation qui payent. Gens taillables et corvéables à la merci de tout cela, que pourraient faire les agriculteurs lorsqu'ils ont besoin de produire de la betterave pour leur bétail, et de diminuer le prix de revient des nourritures de l'étable par des recettes d'à-côté? Peu de chose, dit-on, et ils sont bien obligés d'en passer par où l'on veut les conduire,

Ce n'est pas notre avis. Tout en accordant aux râperies et à la centralisation qu'elles entraînent une très-grande importance, sous le rapport des intérêts des grandes entreprises sucrières et de la maison Cail, tout en les regardant comme une très-habile spéculation dans ce sens, nous les considérons tout autrement sous le point de vue des intérêts agricoles.

Dire que les râperies sont utiles à l'agriculture, c'est dire un non-sens, c'est démontrer qu'on n'a pas la première notion des intérêts nationaux, et qu'on ne distingue pas la justice d'avec l'iniquité. Sans être hostile à l'entreprise de M. Linard, bien qu'elle ait pris naissance dans l'établissement Cail, sans désirer l'amoindrissement de cet établissement, malgré son influence fatale sur la sucrerie, nous préférons la nation, la masse, le peuple travailleur des campagnes, et nous aimerions mieux voir la ruine de la plus importante maison de chaudronnerie que la misère d'un hameau ou d'un village. Or, nous disons que les errements dont nous parlons, que les râperies, qui font un succès à M. Linard et à la maison Cail, sont une cause de misère pour les campagnes où elles s'établissent et sont un obstacle aux progrès et à la prospérité du pays. Il est facile de le prouver.

La râperie paye les betteraves de 14 à 15 francs dans les contrées où elle s'organise. Elle revend les pulpes 9 à 10 francs. C'est la moyenne. Dans son rayon, il y a 50 cultivateurs qui produisent 15 millions de kilogrammes de racines. Voici le compte à faire.

Sur le prix d'achat de 14f,50, la râperie gagne, pour l'usine centrale, 5f,50, le prix moyen étant de 20 francs ailleurs. L'usine bénéficie de ce chef de 82,500 francs par campagne. Elle revend pour 35,625 francs de pulpe, à 9f,50, et son *bénéfice réel* est de 118,125 francs. On peut faire une grande râperie

pour cette somme. Et, quand nous disons *bénéfice réel*, nous sommes dans le vrai, puisque le râpage et l'extraction du jus rentrent dans les frais de fabrication du sucre, et qu'il ne s'agit ici que de l'écart entre les prix obtenus sous le prétexte de l'absence des transports. L'affaire est là tout entière. On a lié les producteurs pour dix ou quinze ans et tout est pour le mieux.

Mais le bénéfice agricole, mais l'augmentation de l'aisance au village, où est tout cela? Où est le progrès avec cet enchaînement à long terme? Où est l'amélioration? Le compte des cultivateurs est facile à régler.

Les 15 millions de kilogrammes de racines leur coûtent en prix de revient, et en bénéfice cultural très-modeste, 12 francs. Ils vendent 14f,50 et bénéficient en apparence de 15,000 × 2,50 = 37,500 fr. Mais comme ils rachètent pour 35,625 francs de pulpe, leur bénéfice réel n'est que de 1,875 francs ou de 0f,125 par 1,000 kilogrammes! Ce n'est pas la peine de se condamner à dix ou quinze ans de betteraves forcées pour si peu, et ils auraient plus de résultat cent fois en faisant de la distillerie Champonnois. Croit-on pouvoir dire que l'on aura la prospérité et le bien-être de la ferme en lui donnant douze centimes et demi de bénéfice au-dessus du prix cultural? La thèse ne serait pas soutenable, surtout lorsqu'on sait que ce qu'on fait, dans cette opération, on ne le fait que pour empêcher les agriculteurs d'agir par eux-mêmes, pour leur intérêt et pour celui du pays, afin de prolonger, le plus possible, cette ère de bénéfices scandaleux et faciles.

Si les 50 producteurs dont nous parlons se réunissaient pour faire le traitement de leurs racines *par eux-mêmes et pour eux-mêmes*, ils auraient 100,000 kilogrammes à traiter par jour, pendant 150 jours, de fin septembre à fin février. L'établissement pourrait se faire dans une grange, et ne coûterait pas plus de 160,000 francs.

Or, voici les résultats de la campagne :

Les 15,000,000 de kilogrammes leur produiraient, à 6 pour 100 au moins, 9,000 sacs de sucre, à 64 fr., soit...........	576,000f
Les pulpes étant reprises par chacun au prorata de son apport en racines, il y aurait lieu de défalquer seulement la valeur des betteraves, comptées à 12 francs, soit, 180,000 fr. Les	
A reporter............	576,000

Report...........	576,000
frais de fabrication étant de 20 francs par sac, au maximum, dépensés pour partie en main-d'œuvre, il y aurait encore, sur ce point, une dépense égale de 180,000 fr., soit, en tout..	360,000
Reste en bénéfice.........	216,000
A quoi il convient d'ajouter, pour la valeur de 330,000 kilogrammes de mélasse, à 10 francs les 100 kilogrammes....	33,000
Total...............	249,000

Admettons une somme de 4,000 francs à déduire pour le loyer du local et l'intérêt des frais d'appropriation, il restera 245,000 francs en bénéfice. La situation sera donc conforme aux détails suivants :

Pulpes reprises gratuitement, valeur..............	35,625f
Vente des racines à la fabrique commune..........	180,000
Bénéfice....................................	245,000
Total...............	460,625

Cette somme, répartie sur les 15,000,000 de kilogrammes de racines donne un *prix de vente réel* de 30f,71 aux 1,000 kilogrammes, lorsque la vente à la râperie rapporte 12f,125. Ces données n'ont pas besoin d'apologie. Croit-on qu'une différence de 460,625f — 181,875f = 278,750f ne vaudrait pas mieux et ne ferait pas plus de bien dans une commune rurale que dans les caisses des spéculateurs? Il n'y aurait pas un banquier intelligent qui ne consentît à avancer aux 50 cultivateurs dont nous parlons les 360,000 francs nécessaires pour l'installation et les frais de fabrication, et l'opération serait à la fois pour lui une action patriotique et une bonne affaire, puisque, en deux ans, il pourrait être remboursé. Dès ce jour, l'aisance serait créée dans ce coin de terre, qui subit aujourd'hui une exploitation contre laquelle personne n'ose réagir.

Nous n'irons pas plus loin dans cet ordre d'idées et nous pensons avoir convaincu le lecteur de cette grande vérité, que les râperies et la centralisation des jus n'ont pour résultat que l'intérêt des grandes fabriques industrielles et de certains chaudronniers au détriment de la prospérité des campagnes.

Nous venons d'exposer avec le plus de soin possible ce qui a été fait, tenté ou proposé, pour introduire à nouveau la sucrerie dans la ferme et, certes, ces tentatives ne prouvent rien moins

que la connaissance du sucre et de l'industrie sucrière. On ne peut voir dans tout cela, malgré toute l'indulgence imaginable, que des combinaisons de spéculation, basées sur des illusions et sur des erreurs, dont le but était de faire payer à l'agriculture des sommes plus ou moins considérables. Que l'agriculture paye les engins et les méthodes qu'on lui offre, cela ne présente rien d'injuste; mais il faut, au moins, qu'on lui donne en échange de son argent autre chose que des rêveries et des inconséquences. Il faut qu'il y ait lieu à une vente et, dans les procédés examinés, il n'y a rien, absolument rien qui présente une ombre de valeur pratique, si l'on se place dans les errements des inventeurs.

Il aurait été plus logique et plus honnête de prendre un procédé connu, celui de tout le monde, d'en simplifier l'outillage et la pratique, et d'offrir à la culture le résultat d'un travail régulier plutôt que de lui présenter des utopies. Est-ce que la méthode courante, combinée avec la pratique de la macération, comme Mathieu de Dombasle l'avait faite, débarrassée de l'emploi du noir et des grands engins, ne valait pas mille fois mieux que toutes les fantaisies? On donnait au moins par là la certitude de produire; on n'éveillait pas de justes susceptibilités ou des craintes d'insuccès, et l'on ne s'exposait pas à retarder l'adoption d'une mesure de salut. Nous comprenons l'ambition et les désirs des inventeurs, même ceux de l'expérimentateur de Billancourt, mais encore faut-il que cette ambition et ces désirs s'accompagnent de quelque proposition acceptable.

CHAPITRE III.

Organisation de la sucrerie agricole.

Le premier volume de cet ouvrage, plus spécialement consacré aux questions agricoles que les deux suivants, a été terminé par une étude générale des sucreries agricoles, à laquelle nous prenons la liberté de renvoyer le lecteur pour les détails, tout en rappelant ici les principales idées qui en sont la base.

A la sucrerie agricole appartiennent :

1° Les grandes fabriques qui récoltent leurs racines, ou celles qui s'annexent des exploitations rurales suffisantes pour leurs besoins ;

2° Les exploitations culturales de premier ou de second ordre, qui adjoignent la sucrerie à leur exploitation ;

3° Enfin, les établissements de moindre importance ou de petite culture.

Le premier groupe forme l'*industrie sucrière agricole* actuelle. Les moyens de transformer la sucrerie et de la ramener au principe normal de sa création sont au nombre de deux : l'achat de terres à betteraves et l'association avec les propriétaires ou fermiers. En ce qui concerne le matériel et l'installation de ces usines, comme elles sont montées pour la plupart suivant un sytème ou un autre, et que tous les systèmes pratiqués peuvent rendre de bons services pourvu qu'on sache en séparer les parties irrationnelles et les améliorer, nous ne conseillerions aucun changement important sur un matériel existant, qui doit être utilisé pendant sa durée. La seule modification réellement indispensable se rapporte à l'extraction du jus, pour laquelle les grandes fabriques sont tout aussi arriérées qu'elles l'étaient en 1812. Malgré la puissance apparente d'engins coûteux, on n'extrait par une seule pression que 80 p. 100 de jus normal, et la betterave en renferme 96 p. 100. L'amélioration la plus pressante à introduire concerne évidemment ce point de la fabrication.

Les autres groupes de la sucrerie agricole ont été réunis sous le titre de *sucreries annexes*. La création de la sucrerie agricole par voie d'*association communale*, ou par *association entre particuliers*, nous a paru être le moyen pratique, par excellence, pour reconstituer les effets de la grande propriété, sans en ressusciter les inconvénients et nous avons indiqué le résultat d'une association communale, placée dans de mauvaises conditions hypothétiques.

Enfin, les *petites sucreries* sont celles qui nous inspirent le plus d'intérêt, en dehors de la sympathie qui nous attache à toutes les branches de l'industrie sucrière. C'est que nous avons vu et touché ces difficultés poignantes de la vie rurale ; c'est que nous savons jusqu'à quel point les souffrances de la petite culture s'élèvent en France, dans un pays privilégié entre

tous, et que nous tirons des faits les conséquences logiques, irréfutables, contre lesquelles les gouvernants ont été impuissants. Sans doute, le mépris de la richesse et du bien-être est compréhensible; l'abnégation du savant qui passe sa vie dans la pauvreté à la recherche de problèmes utiles, le dédain de certains esprits élevés pour les questions matérielles n'offre rien de si étonnant qu'on veut bien parfois le dire; mais le *paupérisme* dans les masses est autre chose. Ce n'est plus la souffrance d'une individualité puissante, qui la supporte, le cœur ferme et la tête haute, sans sacrifier au mal la moindre partie du rôle qu'elle s'est tracé, sans accepter de compromis avec le devoir; c'est la plaie qui ronge le peuple, le vrai peuple, qui le gangrène et le démoralise. Malgré les théories imbéciles de quelques infâmes meneurs, qui ont pris à tâche de corrompre le jugement populaire, afin d'élever leurs triviales personnalités aux dépens d'autrui, malgré les utopistes dont le rôle bouffon est de proclamer des droits, en dépit de ces sinistres idiots qui ne rêvent que bouleversements et cataclysmes, le *droit au travail* est une absurdité. Ces trois mots bêtes, sortis de l'imagination malade d'un de nos pygmées révolutionnaires, ne signifient rien, ne disent rien, et la pratique des ateliers nationaux a prouvé, jusqu'à l'évidence, la nullité de ces conceptions.

L'homme n'a le *droit au travail* que s'il se courbe, quel qu'il soit, sous le *devoir du travail*. Quiconque n'obéit pas à cette loi naturelle, inhérente à l'essence même de l'humanité, doit être rejeté de l'humanité et mis hors la loi commune. Et le devoir du travail n'est pas seulement humain, c'est le devoir de la vie, et tous les animaux y sont soumis. Depuis l'oiseau qui fournit un travail énorme pour vivre, construire sa fragile demeure et élever sa famille, jusqu'aux monstres gigantesques qui peuplent les mers et vivent d'un travail incessant, tout se plie au labeur quotidien. La fourmi, l'abeille, le vermisseau le plus chétif, aussi bien que le lion, l'éléphant ou la baleine, tous les animaux travaillent; c'est la loi. C'est chez l'homme seulement que l'on rencontre cette anomalie d'individus qui ne veulent pas travailler. Au genre humain, seulement, il appartenait de présenter des bêtes fauves, possédant tous les appétits, qui ne veulent se soumettre à aucun labeur et prétendent jouir de tout, aux dépens de ceux qui travaillent. Ce sont ces ignobles

épaves des sociétés humaines, dont le hurlement sauvage réclame le droit au travail, c'est-à-dire le droit d'être payé à rien faire, le droit au vol, par conséquent.

Nous avons hâte de détourner notre pensée de ces êtres nuisibles, aussi féroces dans leur fainéantise que les animaux de proie le sont dans leur activité. On peut évaluer à un demi-million le nombre de ces parasites, en France, et le jour où un pouvoir sera assez autoritaire et assez ferme pour expulser à jamais ces Caïns et ces pervers, la nation sera sauvée, parce que cette fraction odieuse cessera d'être l'obstacle social et l'épouvantail universel.

Dieu merci, la masse de la population française comprend le *devoir du travail*, et les habitants de nos campagnes passent leur existence dans un labeur constant. Dans nos villes, également, la plupart des ouvriers comprennent parfaitement cette obligation et savent s'y soumettre. A ceux-là, le droit au travail est acquis.

A quiconque subit courageusement la loi du travail appartient un autre droit, admis par tout ce qui pense et raisonne, et contesté seulement par ceux qui veulent vivre aux dépens du travail d'autrui. Ce droit est celui de retirer de son labeur tout ce qu'il peut produire, de faire servir le travail à l'amélioration des conditions de l'existence et d'en transmettre les fruits à ses enfants. Travailler pour vivre et faire vivre les siens, mieux vivre par le produit de son travail, acquérir, consolider, améliorer et transmettre, telle est la formule qui résume le devoir suprême et les droits qui en sont la conséquence.

Or, le paupérisme est la négation de ces droits. Lorsqu'un labeur acharné, sans trêve ni merci, ne fournit pas le moyen de vivre suivant les conditions d'un milieu donné, lorsqu'il ne permet ni l'épargne, ni l'acquisition, il est le prélude d'une série de misères, qui accableront des générations entières, et qui les conduiront fatalement à la dégradation. C'est le remède à cela qu'il faut trouver, sans discours officiels, sans phrases diplomatiques.

Comment faire produire l'aisance et détruire la pauvreté parmi les travailleurs? Par un travail assuré, justement rémunéré, sans déplacement; par la création de la richesse relative. Cette réponse peut paraître puérile, mais l'examen le plus superficiel suffit pour en découvrir la justesse.

Avec la division de la propriété, la possession d'un champ ou d'un enclos n'est qu'un palliatif à la misère, dont l'effet sera encore amoindri lorsque cet enclos ou ce champ aura été partagé. Il faut produire de l'argent, ce représentatif de l'aisance, si l'on veut échapper à l'étreinte et, quoi qu'on fasse, on ne peut en produire que par l'industrie et par le commerce qui en est la conséquence. N'est-ce pas dire que l'industrie agricole est le moyen le plus puissant de ramener l'aisance et la prospérité et de détruire le paupérisme? Et si un certain nombre de pauvres travailleurs des campagnes peuvent acquérir un peu de bien-être, n'est-ce pas à leur industrie qu'ils le doivent? En dehors de son labeur ordinaire, l'un parvient à élever quelques têtes de petit bétail dont la vente augmente ses ressources et lui permet de développer ses moyens d'action; un autre s'applique à la culture de quelques plantes industrielles d'un produit plus avantageux; un autre joint quelque industrie profitable à un travail habituel plus ingrat, et ce sont ces ingénieux qui parviennent au bien-être. Puisque, pour faire de l'argent, il faut vendre quelque chose, c'est ce quelque chose, ce produit vendable qu'il faut s'attacher à produire et c'est aux hommes d'initiative qu'il appartient d'ouvrir la voie et de montrer l'exemple.

La sucrerie agricole est *une des industries annexes* dont la pratique peut amener les résultats les plus prompts et les plus avantageux. Un petit champ bien cultivé en betteraves pour la vache du pauvre doit lui rapporter la nourriture de cet animal et servir de point de départ à la production du lait, du beurre et du fromage qui représentent de l'argent, à l'élève d'un veau qui est encore un objet de vente, à la production de l'engrais, sous l'influence duquel le champ de blé deviendra plus fertile et pourra suffire à la nourriture de la famille. C'est là le but ordinaire. Il faut en atteindre un autre. Il faut que ces 20,000 kilogrammes de betteraves donnent du sucre, que ce produit soit fait dans la famille et qu'il se transforme en argent pour augmenter le bien-être et faciliter les moyens de vivre.

Au fond, le problème est identique pour le petit fermier et pour le petit propriétaire. Nous ne regardons pas la petite fabrication du sucre comme le spécifique contre tous les maux, mais nous la considérons comme un des moyens pratiques, accessibles, de soulager la misère et de créer l'aisance.

Personne, sans doute, ne contestera ces prémisses; mais chacun demande avec une sorte d'anxiété fébrile, en présence des sommes immenses dépensées en matériel et que les chaudronniers déclarent indispensables à la fabrication du sucre, quels sont les moyens pratiques, les procédés applicables, à l'aide desquels on peut faire du sucre sur une petite échelle. Notre but actuel est de chercher précisément à élucider cette question obscure, et nous serions heureux de faire passer notre conviction dans l'esprit de nos lecteurs.

I. — GÉNÉRALITÉS.

Dans l'intention de mettre sous les yeux des agriculteurs les principes et les règles qui doivent les guider dans l'annexion de la sucrerie à leurs exploitations, il convient d'adopter des bases proportionnelles aux conditions dans lesquelles on peut se trouver et nous avons en vue l'organisation de la sucrerie pour des quantités de 1 000 kilogrammes, 500 kilogrammes et 250 kilogrammes à traiter par heure de travail effectif, lorsque la situation de la sucrerie agricole, par rapport à l'application des principes généraux, aura été étudiée.

Principes généraux. — Dans toutes les manières possibles d'opérer l'extraction du sucre de la betterave, on est obligé de passer nécessairement par les phases suivantes :

1° *Extraction du jus* sucré;
2° *Purification du jus;*
3° *Concentration;*
4° *Cristallisation du jus;*
5° *Purification* du produit;
6° *Utilisation* des *eaux-mères.*

Quel que soit le système suivi ou à suivre, il faut absolument exécuter les opérations relatives aux six chefs de travail que nous venons de rappeler, et la sucrerie agricole n'en est pas plus exempte que la sucrerie industrielle, en sorte que, pour elle, la question se réduit à l'adoption du mode le plus simple et le plus économique qui puisse conduire à ce résultat.

Or, dans tout travail industriel, il convient de distinguer deux éléments principaux, qui sont la *méthode* même et l'*in-*

strumentation de ce travail : autre chose, en effet, est la marche que l'on doit suivre de préférence et l'ensemble des appareils ou instruments dont on doit se servir. Il est aussi facile, une méthode étant donnée, de consacrer à son exécution un outillage simple, rationnel et peu coûteux, que de dépenser des sommes considérables à l'acquisition d'appareils vantés à tort ou à raison. Les agriculteurs ne doivent pas prendre le change, ni se laisser induire en erreur par les réclames intéressées des gens qui sauront leur faire de belles promesses. L'art de faire du sucre, du beau sucre, ne gît pas dans la chaudronnerie perfectionnée et renchérie; il se trouve, avant tout, dans la connaissance du sucre, de ses propriétés et de ses réactions avec les substances qui l'accompagnent normalement ou accidentellement. Le constructeur d'appareils ne vient qu'en seconde ligne, et l'on saura se défendre contre lui si l'on possède les notions préalables dont nous venons de parler.

Ces notions, bien comprises, conduisent au choix d'une méthode.

La méthode choisie domine et dirige la question d'outillage.

En procédant par ordre, on doit donc s'efforcer d'acquérir la connaissance approfondie de la matière que l'on veut produire, avant de s'occuper d'aucune autre chose. Nous supposerons le lecteur au courant de toutes les questions relatives au sucre, et nous allons chercher quels sont les éléments de la méthode à suivre pour l'annexion de la sucrerie à la ferme.

De la méthode à suivre. — Nous savons déjà que l'*extraction* du jus de la betterave, du moût sucré, comprend deux opérations principales, la *division* de la matière première et l'*extraction* proprement dite de la séve sucrée.

La division de la betterave peut se faire, en ferme, par l'action de la *râpe* ou par celle du *coupe-racines*. Les autres modes anciens d'opérer, par les pilons ou autrement, étant écartés *à priori*, à laquelle de ces deux manières de procéder l'agriculteur donnera-t-il la préférence?

Cette question ne peut trouver de réponse satisfaisante que lorsqu'il se sera décidé pour l'un des deux modes d'extraction applicables en pratique, la *pression* ou la *macération*.

Si l'agriculteur emploie le coupe-racines, la pression se trouve supprimée, par le fait, comme moyen d'extraction du

jus. La lévigation lui devient d'un emploi difficile, et il ne lui reste que la macération.

Mais la macération est-elle un mode avantageux pour la ferme, si on la pratique sur des *cossettes* divisées par le coupe-racines?

Nous ne le pensons pas, et autant nous serions d'avis de faire macérer les pulpes de râpe, ou de les soumettre à l'action d'un lévigateur, autant nous reculerions devant l'idée de faire macérer ou léviger des cossettes pour plusieurs raisons importantes.

Cette macération demanderait beaucoup de temps et un grand espace; elle entraînerait la quasi-nécessité de soumettre la matière à une sorte de *coction* préalable, comme le voulait faire Mathieu de Dombasle, et elle présenterait le grave inconvénient de n'extraire qu'une partie de la matière saccharine, les cellules centrales étant très-difficilement atteintes par le liquide macérateur.

C'est donc à la division par la râpe que l'on doit avoir recours, en ferme aussi bien qu'en industrie, puisque la division par coction n'est pas encore parvenue à l'état de procédé manufacturier.

Ce premier point convenu, il faut opter entre la pression et la macération de la pulpe, ou sa lévigation.

Nous avouons que nos sympathies sont acquises à la macération, parce que nous la croyons un moyen d'extraction plus complet que la pression, cette dernière laissant dans les pulpes une quantité de séve sucrée très-considérable, tandis que la macération méthodique peut entraîner la presque totalité du sucre.

Les chiffres de la pratique industrielle ordinaire donnent une très-grande force à cette considération. On sait, en effet, que 100 kilogrammes de racines ne renferment guère que $4^k,5$ de matières insolubles : il suit de là que l'on devrait extraire $95^k,5$ de jus, *théoriquement*, pour épuiser entièrement la betterave; mais, comme on ne retire que 80 environ, les pulpes s'élevant à 20 pour 100 du poids des racines, en moyenne, il s'ensuit qu'on laisse dans ces résidus $15^k,5$ de jus sucré par 100 kilogrammes, c'est-à-dire une quantité répondant à $1^k,77$ de sucre, à près du sixième de la richesse totale, pour des betteraves à 10,5 pour 100.

Par la macération, au contraire, on peut conduire l'épuisement jusqu'à un point très-rapproché des dernières limites, lorsque l'on agit sur de la pulpe bien divisée. C'est à ce mode que nous aurions désiré nous en tenir; mais il convient de tenir compte des difficultés d'exécution qui peuvent se présenter, et il faut admettre que, sous ce rapport, l'agriculteur doit se décider selon les circonstances.

Dans le système qui sera décrit plus loin, la préférence a été donnée à la lévigation, à condition d'agir sur de la pulpe et de faire subir à la matière une pression préparatoire avant de la léviger et une pression d'épuisement après la lévigation. En outre des raisons techniques à déduire, ce choix a été guidé par la nécessité de diminuer la main-d'œuvre, de procéder automatiquement et promptement, d'éviter l'encombrement des vases macérateurs et, surtout, de simplifier l'outillage en obtenant un rendement en jus plus grand que par les presses et aussi considérable que par la macération.

La purification du jus de betterave comprend la *défécation* et la *filtration*, mécanique ou décolorante.

C'est contre la défécation que viennent se heurter tous les faiseurs de systèmes; c'est là leur pierre d'achoppement éternelle, parce que cette opération est celle qui demande le plus de connaissances réelles, lorque l'on cherche à sortir des errements de la pratique ordinaire. On doit déclarer cependant que cette opération, toute chimique, est une de celles qui arrêteront le plus rarement les travaux de la sucrerie agricole, pourvu que le fermier ne cherche pas à jouer au savant ou à l'expérimentateur.

Que faut-il pour bien déféquer?

Il faut rendre insolubles, *d'abord et avant tout*, les matières dissoutes avec le sucre, qui pourraient réagir sur le travail, et que l'on peut atteindre par l'introduction d'un agent connu, dont les effets ont dû être appréciés à l'avance.

La filtration n'est que la conséquence de la défécation, puisqu'elle n'a pour but essentiel que d'éliminer les matières devenues insolubles par l'effet de cette réaction : nous en parlerons tout à l'heure.

Pour bien déféquer, il importe encore d'éliminer l'excès de l'agent employé, s'il est nuisible au sucre et ce, *lorsqu'il a produit tout son effet utile.*

La défécation qui accomplit ces deux exigences est une opération parfaite, qu'on l'exécute dans des vases primitifs ou dans les appareils les plus renommés; elle a fait tout ce qu'elle devait faire et elle n'a rien fait de plus.

Or, l'agent le plus complet et le plus économique de la défécation est la chaux : on en sait les raisons; mais, en dépit de sa valeur réelle, la chaux n'enlève pas entièrement les matières albuminoïdes, azotées, ou de la nature du blanc d'œuf, qui sont très-nuisibles à l'extraction du sucre. On n'a qu'un agent réellement utilisable contre ces matières, c'est le tannin, ou le principe actif de la noix de galle ou de l'écorce de chêne. Ce corps rend insolubles les matières albuminoïdes et, comme la chaux le fait disparaître à son tour, c'est avant le chaulage du jus qu'il convient d'en employer une proportion suffisante.

On introduit donc dans le jus une quantité convenable de chaux en lait à une température donnée, dont la limite supérieure doit être considérée comme égale à 90 degrés centigrades au plus; cette chaux transforme la plupart des matières étrangères en composés insolubles : on se débarrasse de ces impuretés par une première filtration; le jus contient un excès de chaux. On ne peut le conserver sans courir le risque de détruire une partie du sucre; aussi doit-on chercher à l'éliminer. De même, les sucrates alcalins étant les causes principales de la coloration des sirops et s'opposant à la cristallisation d'une proportion notable du sucre, il convient de les décomposer, de les rendre inertes ou inoffensifs. On parvient à ces résultats en introduisant dans les jus chaulés des agents chimiques qui forment avec la chaux des composés insolubles éliminables par filtration ou décantation, et qui transforment les alcalins en sels solubles inactifs sur le sucre.

En sucrerie agricole comme en sucrerie industrielle, l'agent éliminateur de la chaux le plus économique est l'acide carbonique. On verra comment on peut le produire à bon marché. Le phosphate acide de chaux enlève également la chaux, mais il est moins coûteux de ne pas l'employer dans ce but et d'utiliser seulement sa propriété de former des phosphates alcalins inoffensifs avec les alcalis (potasse de soude); on traitera donc d'abord les jus chaulés par l'acide carbonique jusqu'à ce que la presque totalité de la chaux soit enlevée, et l'on complétera

le travail de purification du jus par une addition convenablement faite de phosphate de chaux.

L'emploi de ce corps appartient au domaine public relativement à son usage en sucrerie, soit qu'on s'en serve avant ou après le chaulage. La préparation en est facile, et on peut se procurer aisément, dans le commerce, le superphosphate de chaux *impur*, qui contient 20 pour 100 de phosphate soluble. Il offre deux propriétés essentielles pour le fabricant de sucre : 1° il élimine complétement la chaux à l'état insoluble et décompose les sucrates ; 2° il s'oppose, par là même, à la coloration ultérieure des sirops.

Si M. Kessler n'a pas obtenu une nuance plus élevée et un plus beau sucre que la *denrée parfaitement marchande* de M. Barral, cela tient justement à ce que, par l'effet de l'invention fantaisiste que l'on qualifie de chose nouvelle, le phosphate ne pouvait exercer sa véritable action d'agent éliminateur de la chaux; celle-ci, au contraire, agissait comme éliminateur du phosphate, puis comme agent de défécation et comme producteur de sucrates, en sorte que le phosphate acide, employé dans ce procédé, ne produit aucun des effets utiles que l'on doit en attendre.

Le phosphate acide de chaux ne donne lieu qu'à une seule objection, qui repose sur la nécessité de sa préparation en ferme; mais cette objection tombe d'elle-même après l'examen des faits. D'ailleurs, le produit brut se vend à des conditions possibles, et il est très-facile de se procurer du superphosphate.

Lorsque la purification est faite par l'emploi du tannin, par le *chaulage* du jus, la *filtration*, l'*élimination de la chaux* par l'acide carbonique, la *transformation des alcalis* à l'aide du phosphate acide et une nouvelle *filtration* pour recueillir le dépôt de phosphate insoluble, que l'on fait égoutter et que l'on soumet ensuite à la pression, il ne reste plus qu'à faire évaporer le jus purifié, jusqu'en consistance de sirop, jusqu'au point de cristallisation. Cette évaporation est comprise sous les noms d'*évaporation* et de *cuite*.

Avant de s'occuper de cette phase du travail de la sucrerie agricole, on doit dire quelques mots sur la *filtration mécanique* ou *décolorante*, que l'on peut regarder tout simplement comme le complément de la purification des jus sucrés ou de leur défécation.

La filtration mécanique consiste à faire passer un liquide, plus ou moins chargé de matières étrangères, à travers un corps poreux, se laissant traverser par la liqueur, mais pouvant arrêter au passage les substances qui y sont suspendues. Ce genre de filtration ne comporte l'emploi d'aucune matière qui soit susceptible d'opérer une action chimique : la filtration à travers du papier non collé en est le type.

Elle se fait en grand, soit dans des sacs, comme dans la méthode de Taylor, soit à travers une étoffe de laine ou autre reposant sur un faux fond, soit encore à travers un corps inerte, comme le gravier fin, le sable, etc.

Les filtres en pierre poreuse de nos fontaines de cuisine et de nos réservoirs domestiques à eau sont encore des exemples de la filtration mécanique.

La filtration décolorante, usitée en sucrerie, n'est rien qu'une filtration mécanique à travers le noir d'os, lequel offre la propriété d'agir sur la matière colorante végétale, de l'absorber et de la retenir plus ou moins complétement.

Dans aucun cas, pour aucune raison, la sucrerie agricole ne doit recourir à la filtration sur le noir, que la raison seule devrait faire bannir même de la sucrerie industrielle, comme nous nous sommes efforcé de le démontrer.

L'agriculteur n'a pas à exécuter d'opérations inutiles; il ne doit pas surcharger son industrie par un travail encombrant, et dès lors que la défécation, bien faite, agit suffisamment pour la décoloration de la liqueur, il devient absurde de dépenser du temps, de l'espace, de l'argent et de la main-d'œuvre, pour une décoloration accessoire dont il n'a que faire.

Si les sucrates ont disparu des jus, ceux-ci ne se coloreront pas à la concentration, et la filtration mécanique, par un mode ou par un autre, est largement suffisante.

Si, au contraire, la défécation est mal faite, si les sucrates n'ont pas été éliminés de la liqueur, il n'y aura pas de noir qui tienne, il n'y aura pas de filtration décolorante qui puisse empêcher le retour de la coloration. Le produit ne gagnera rien à cette opération, et il ne sera jamais décoloré qu'à la purge. Les faits journaliers de la pratique sont là pour donner raison à cette assertion.

Donc, en principe, l'agriculteur fabricant de sucre repoussera absolument l'emploi du noir dans sa sucrerie; il ne se

servira que de la filtration mécanique, et s'attachera avant tout à opérer une bonne purification.

Lorsque la purification a éliminé les sucrates, il n'y a pas un mode de filtration, si mauvais qu'on le suppose, qui ne donne des résultats préférables à ceux que l'on obtient par le noir dans le cas contraire, quelle que soit la profusion, la prodigalité même avec laquelle on puisse en faire usage.

Pour s'en convaincre, on n'a qu'à examiner les mélasses de fabrication.

C'est donc à la filtration mécanique que l'on se bornera dans la ferme, dans tous les cas; mais il importe de voir quel est le mode à préférer dans ce système. Nous avons indiqué les principes qui servent à guider la fabrication industrielle; ceux qui doivent diriger l'agriculture sont les mêmes au fond. Cependant, on peut dire qu'il y a une règle générale, un principe fondamental qui prime tout le reste en sucrerie agricole; c'est celui qui prescrit la plus stricte économie de bras et de main-d'œuvre.

Nous voudrions voir établir un système de filtration presque automatique, un appareil et un mode tels, que l'opération pût se continuer pendant un temps notable et se faire à peu près seule.

Est-ce là un désir qu'il soit impossible de satisfaire? Nos constructeurs, si habiles dans l'agencement de certaines grandes machines, n'auraient-ils l'esprit d'invention que pour les engins coûteux, et en seraient-ils complétement dépourvus lorsqu'il s'agit de travaux plus humbles, plus modestes et tout aussi utiles?

Au lieu de se servir de filtres agissant de haut en bas, on peut employer la filtration de bas en haut, ou, mieux encore, la filtration latérale, dans le but de supprimer les manœuvres pénibles exigées par la filtration ordinaire, dont un grand inconvénient consiste en ce que les impuretés, retenues par la matière filtrante, font bientôt corps avec cette matière et apportent un obstacle infranchissable aux liquides, en sorte que l'on est obligé très-souvent de dégraisser, de vider, nettoyer et recharger les instruments.

La *concentration*, dans la double phase de l'*évaporation* et de la *cuite*, ne paraît pas devoir donner lieu à aucune observation particulière relative à la sucrerie agricole. Ici, comme dans

l'industrie sucrière proprement dite, il faut agir le plus rapidement possible, tout en évitant un excès de chaleur qui pourrait produire la caramélisation.

Tout appareil susceptible de procurer ce double résultat est bon, pourvu que le prix n'en soit pas exagéré.

Il se présente cependant une question importante à l'attention du fabricant agriculteur; cette question, qui se rattache d'ailleurs à toute l'opération, est relative à l'usage de la *vapeur*.

L'agriculteur doit-il employer la vapeur et, dans l'affirmative, quelles en sont les conditions d'emploi? Cette question se rapporte surtout aux sucreries annexes, à celles qui se relient à une exploitation assez considérable, à celles, en un mot, qui peuvent faire une dépense de 20 à 50,000 francs pour l'organisation de la sucrerie agricole annexe. Les exploitations rurales qui présentent cette importance ne sauraient être assimilées à la petite culture, ni dans les résultats qu'elles veulent atteindre, ni dans les moyens d'y parvenir.

Emploi de la vapeur en sucrerie agricole. — La vapeur se présente à nous sous deux aspects différents au point de vue industriel : elle est un *moteur* et un *agent de calorification*.

Comme moteur, elle sert, en sucrerie, à faire fonctionner les *râpes*, les *presses*, les *pompes*, les *monte-jus*, les *turbines*, etc.; comme agent de calorification, elle présente des emplois multiples; mais, en particulier, elle sert dans la *défécation*, la *concentration* et la *cuite*... Elle offre le grand avantage de procurer une température uniforme, dirigeable à volonté et de ne pas exposer à la caramélisation.

Si l'on étudie la situation du cultivateur, on verra que, par le bétail de travail qu'il nourrit, la *dépense moteur* est souvent toute faite chez lui et que, s'il la fait en vapeur, il fait un double emploi.

Les chevaux et les bœufs peuvent faire le service d'un manége; le travail de ces derniers surtout est un travail d'autant plus économique, que l'on doit le regarder comme une excellente mesure d'hygiène, favorable à l'engraissement, pourvu que l'on se maintienne dans les limites convenables.

Or, dans une fabrique agricole, traitant 15,000 kilogrammes de racines par jour, on a une cinquantaine de bœufs au moins à nourrir par les pulpes; il est donc facile de n'imposer du tra-

vail qu'aux animaux qui sont dans la première ou la seconde période de l'engraissement et, encore, de le fractionner assez pour qu'il représente de l'exercice plutôt que de la fatigue. Il y a donc à réfléchir au sujet de la vapeur-moteur en sucrerie agricole, puisque l'on peut faire produire son travail par les animaux de la ferme *en temps perdu*. Dans tous les autres cas, on doit admettre, au contraire, l'emploi de la vapeur comme force motrice, lorsque le prix du combustible ou d'autres considérations ne viennent pas élever le revient de son résultat.

Il y a cependant quelques réserves à faire à l'égard des pompes et des monte-jus, dont il sera dit un mot dans un instant.

Mais si l'on ne doit pas conseiller, d'*une manière absolue*, l'établissement d'un moteur à vapeur, sinon dans certaines circonstances, il n'en est pas de même du chauffage à l'aide de cet agent. Il n'y a pas de raisons qui puissent excuser le chauffage à *feu nu* en sucrerie, jusqu'à ce que l'on ait trouvé un moyen pratique de régler avec certitude la température qu'il produit et d'empêcher la caramélisation.

On sait que les surfaces métalliques, chauffées à feu nu, acquièrent rapidement une température exagérée et que leurs surfaces intérieures, en contact direct avec le liquide sucré, peuvent réagir d'une façon très-prompte sur le sucre dissous, bien qu'elles ne puissent surélever la température de l'eau simple. Il est tellement difficile d'obvier à cet inconvénient, que nous ne voyons rien que l'on puisse substituer à la vapeur dans ce but. L'emploi de la vapeur offre encore l'avantage de n'exiger qu'un foyer unique, ce qui est fort loin d'être sans importance au point de vue économique. Enfin, la rapidité avec laquelle une injection de vapeur, libre ou enveloppée, porte les liquides à la température précise que l'on désire obtenir, milite encore en faveur de son adoption en ferme.

La direction d'un générateur n'est plus, d'ailleurs, une chose étrangère à l'agriculture, puisque la plupart des grandes exploitations emploient aujourd'hui des locomobiles ou d'autres machines motrices à vapeur, tant pour battre les grains que pour la distillation et d'autres usages plus ou moins importants. Il ne serait donc pas bien difficile de se procurer des chauffeurs-mécaniciens suffisamment aptes à conduire un générateur ou une machine motrice, le cas échéant.

Ainsi, quant à cette idée particulière, le travail moteur serait accompli, *dans quelques circonstances*, par un manége ou même par une petite locomobile; le travail de calorification serait *toujours* emprunté à la vapeur d'eau.

La concentration et la cuite n'exigent absolument que la chaudière à serpentin à l'air libre, analogue à celle de M. Dubrunfaut ou à celle de Pecqueur, ou, encore, à celle dite de Wetzell, et les produits n'en seront pas moins beaux pour n'avoir pas été cuits dans le vide.

La chaudière à cuire dans le vide est une invention fort ingénieuse et fort remarquable, sans doute; mais, à part la moindre chaleur qu'elle demande, elle n'offre aucun avantage sur la concentration à l'air libre, pourvu, nous le répétons, que l'on n'ait pas de sucrates calcaires ou alcalins en présence. On peut même aller plus loin, et nous nous sommes convaincu, expérimentalement, que la concentration et la cuite à feu nu, dans des vases à fond plat, reposant sur un bain de sable, ne produisent presque pas de caramélisation et que la coloration ne se fonce que très-peu à la cuite, lorsque les sirops sont bien exempts de ces sucrates, comme dans le traitement au phosphate acide de chaux.

On peut admettre que la concentration et la cuite à la vapeur, à l'air libre, constituent une excellente marche à suivre en sucrerie agricole, pourvu que la défécation ait été bien soignée, et nous pensons que les appareils destinés à opérer la cuite dans le vide n'offrent aucun intérêt pour l'agriculteur.

Ajoutons encore, ce qui a déjà été dit, que l'on devra filtrer au moins une fois les sirops parvenus à 27° B. de concentration, lorsque, dans le mode de défécation suivi, on aura produit du sulfate de chaux. Cette réaction se présente toutes les fois que l'on emploie un sulfate soluble pour neutraliser l'excès de chaux, et elle rend indispensable une filtration mécanique. La présence de matières étrangères suspendues exige également cette filtration, surtout si l'on n'a pas filtré les jus.

Nous supposerons que l'agriculteur sait parfaitement à quoi s'en tenir sur le point de cuite de ses sirops et sur les petites pratiques afférentes à la *mise en cristallisation*.

Voilà donc les sirops cuits; il ne s'agit plus que de déterminer la formation des cristaux. Une température de 30 degrés centigrades est suffisante, comme température ambiante, dans

le local où se fait cette opération; mais il convient d'éviter qu'elle tombe au-dessous de ce terme, car, dans ce cas, le grain se produirait rapidement par l'effet d'un refroidissement trop brusque; il resterait fin, serait mal formé et d'une purge plus difficile, en même temps qu'il serait moins estimé, en tant que sorte commerciale.

La cristallisation en *formes* doit être rejetée de la sucrerie agricole; les ennuis de la purge et sa lenteur, la manipulation pénible des formes, leur nature encombrante, les dépenses d'entretien qu'elles exigent et tout l'attirail qu'elles entraînent ne permettent pas d'en conseiller l'usage aux agriculteurs, qui doivent forcément recourir à la *cristallisation en bacs*.

Quelle que soit la nature des bacs à cristalliser, ils doivent offrir une capacité suffisante pour contenir le produit d'une demi-journée de travail au moins, selon la quantité de racines traitées; mais il convient d'éviter des proportions exagérées et savoir se tenir dans la moyenne. Un mètre cube représente déjà un volume considérable. Il faut avoir un nombre suffisant de ces bacs pour pouvoir y introduire les sirops de premier et de second jets; c'est dire que l'on doit en avoir deux séries, destinées chacune à l'une des deux sortes de sirop.

Ce serait une faute de faire des troisièmes jets en sucrerie agricole de betteraves, ou des quatrièmes jets en sucrerie agricole de cannes, et la raison en est très-simple. Ces bas produits demandent, pour leur cristallisation, un temps très-long et, par suite, un grand nombre de récipients et un vaste local. Tout cela ne serait pas compensé par le résultat et il est infiniment préférable de livrer à la distillation les sirops d'égout de second jet, aussitôt et à mesure qu'ils sont produits.

Est-il besoin de faire remarquer la nécessité de mouver le sirop, lors de l'addition de chaque nouvelle cuite et encore après l'introduction de la dernière cuite, lorsque le grain commence à se former? L'agriculteur, qui veut faire du sucre et le bien faire, a dû chercher à se pénétrer des règles générales ou particulières de l'industrie sucrière, et il comprend toute l'importance de cette agitation, de ce mouvage, au point de vue de la formation des cristaux, en sorte que nous ne reviendrons pas sur ce que nous avons dit à cet égard.

Il est également clair que les seconds jets ne présentent pas de différence, quant à leur mise en cristallisation; la seule

observation dont ils puissent être l'objet est relative à la lenteur plus ou moins grande avec laquelle les cristaux se forment dans ces sirops secondaires.

La cristallisation des premiers jets se fait dans les bacs en un temps qui varie de un jour à cinq jours, selon la nature des sirops, le degré de cuite, etc.; aussitôt qu'elle est faite, on peut s'occuper immédiatement de la *purification des cristaux*, qui s'opère à la *turbine*, avec ou sans addition de clairce, selon que l'on désire obtenir une nuance plus ou moins élevée.

Cette opération ne présente, d'ailleurs, aucune difficulté et ne se différencie en rien, pour la ferme, de la purge forcée pratiquée dans les usines.

Traitement des produits secondaires et des bas produits.—L'agriculteur fabricant de sucre doit avoir pour principe invariable de mettre à jour toutes les opérations de sa fabrication et de ne jamais laisser accumuler des masses de sirops, soit qu'ils aient à retourner à la chaudière, soit qu'ils soient épuisés et bons pour la distillerie.

Cette règle se comprend assez pour qu'on puisse se dispenser d'en démontrer la nécessité et il convient, avant tout, d'éviter l'encombrement dans toute industrie agricole.

Or, on se trouve tous les jours en présence de sirops d'égout de premier jet et de second jet qui forment l'ensemble des produits secondaires. Les premiers produits doivent être rapprochés et mis en cristallisation tous les jours: les derniers sont envoyés à la distillerie, dont ils servent à alimenter les fermentations journalières. Cette marche conduit naturellement à apurer les opérations à peu près au jour le jour.

Observations. — A part quelques modifications de détail, peu importantes d'ailleurs, et que chacun reste libre d'appliquer selon les circonstances, le système qui vient d'être exposé peut être suivi par tous les agriculteurs désireux d'annexer la sucrerie à leur exploitation.

Ce système n'incombe sous le privilége d'aucun brevet.

Il est essentiellement de propriété publique.

Il est usité, en tout ou en partie, dans la fabrication industrielle; conforme aux règles les plus positives qui découlent de la connaissance du sucre, il garantit de bons résultats aux

agriculteurs, tant à l'égard du rendement que sous le rapport de la beauté et des qualités commerciales.

C'est ici surtout que l'on peut proclamer le vieux dicton populaire, lequel déclare que : « *Le mieux est l'ennemi du bien;* » car beaucoup, voulant créer des chefs-d'œuvre en sucrerie, n'enfantent que des inconséquences.

Nous comprenons cependant que l'on brevète un appareil, un ensemble d'outillage, un mode nouveau de fabrication, une modification sérieuse; mais nous ne pourrons jamais comprendre que l'on s'arroge la propriété du public pour la lui revendre ensuite à prix d'argent ou même de réputation.

Nous n'avons pas pu toujours nous rendre compte de bien des accaparements de ce genre, dont nous pourrions citer les auteurs, à plusieurs desquels nous nous honorons d'avoir fait une rude guerre; mais il y a des choses qui nous échappent encore davantage : il y a le sans-façon de ceux qui raccommodent la propriété publique avec une sottise, afin d'en faire un bien à eux; il y a le flegme des docteurs de la foule qui viennent proclamer le mérite de ces vieilles nouveautés, amoindries par leurs ingénieux correcteurs.

Aux agriculteurs donc, à ceux qui méritent ce nom, à ceux mêmes qui font de la question champêtre un genre de spéculation heureuse, grâce à leurs régisseurs, à tous ceux qui cultivent la terre et veulent contribuer à instaurer l'édifice de l'industrie annexe, nous dirons :

« Le champ industriel du domaine public est tellement vaste en sucrerie, la question est tellement devenue la propriété de tous et la vôtre, que vous n'avez besoin de personne pour faire du sucre. Vouloir, à toute force, emprunter les systèmes des inventeurs prétendus, dont on vous prône les merveilles, c'est avouer votre infériorité morale et intellectuelle.

« Vous savez lire, apprécier, peser; vous avez assez de lumières pour discerner le vrai d'avec le faux; étudiez et cherchez! Vous n'avez pas besoin de complaisants qui ramassent votre bien pour vous le faire payer.

« Encore une fois, vous pouvez faire du sucre, seuls, sans le secours de guides moins clairvoyants que vous-mêmes; la sucrerie vous appartient tout entière avec ses méthodes, ses

procédés, la plus grande partie de ses appareils, vous n'avez qu'à choisir ce qui est à votre convenance! »

Ceci est tellement rigoureux, que, pour tout agriculteur intelligent qui veut faire du sucre dans sa ferme, qui a étudié les questions relatives à ce produit, pendant quinze jours seulement, il n'existe, en réalité, qu'un obstacle, lequel est fort loin d'être insurmontable. Il ne s'agit pas de méthode; celle que nous venons d'exposer suffirait aux plus difficiles; il s'agit d'*outillage:* il faut trouver un constructeur sur lequel on puisse compter.

Il s'agit maintenant de répondre à une objection qui a été faite, objection de bien faible valeur, il est vrai, mais qui n'a pas moins soulevé des hésitations nombreuses, dont les ennemis de la sucrerie agricole ont profité. On a dit que la méthode à suivre en ferme est à créer, à justifier, et que, jusqu'à présent, il ne s'est rien produit qui mérite confiance. La dernière allégation seule est vraie dans tout cela; le reste est absolument faux et ridicule.

Oui, certainement, tout ce qui a été proposé par les exploiteurs de tout genre ne vaut pas la peine d'être discuté et nous en convenons volontiers. Mais quel besoin a-t-on, en ferme, des charlatans, pour faire du sucre, et de beau sucre, lorsque l'on n'a qu'à faire ce que la sucrerie pratique depuis son origine! Dans toutes les merveilles prônées, brevetées, patronnées, il n'y a rien de neuf, sinon quelques engins, et il ne s'agit pas de cela. La méthode dont les principes ont été résumés tout à l'heure est celle de tout le monde, celle qui est suivie par le plus grand nombre des fabricants; c'est la méthode vulgaire, la plus sûre, celle qui n'a plus aucun besoin de justification. En voici la preuve irréfutable, dans la comparaison entre le système des fabriques et celui qui vient d'être conseillé à la ferme.

Examen comparatif des méthodes de sucrerie industrielle et agricole.

DÉSIGNATION.	Fabriques industrielles.	Sucrerie agricole.
1° Division de la matière.	Râpe.	Râpe.
2° Extraction du jus....	Pression simple ou double, avec ou sans lévigation ou imbibition des pulpes.	Pression simple ou double, avec imbibition des pulpes entre ces deux pressions, dans ce dernier cas.
3° Purification du jus. — Défécation.....	Chaulage vers + 90°.	Chaulage vers + 90°.
Id. Saturation.....	Élimination de la chaux par l'acide carbonique.	Élimination de la chaux par l'acide carbonique.
Id. Complémentaire.	Filtration sur noir, dont l'action sur les alcalis est insuffisante.	Suppression du noir, dont l'action est remplacée par celle du phosphate de chaux, conseillé depuis 1842, pratiqué en Allemagne et ailleurs. Filtration mécanique.
4° Concentration.......	Vaporisation de l'excès d'eau, à l'air libre ou dans le vide, à la vapeur.	Vaporisation de l'excès d'eau, à l'air libre, à la vapeur.
5° Purification, suite...	Filtration sur noir.	Filtration mécanique.
6° Cuite.............	Complément de concentration à la vapeur, à l'air libre, ou dans le vide.	Complément de concentration à la vapeur, à l'air libre.
7° Cristallisation.......	Mise en empli des sirops cuits, en bacs, après cuite au filet ou en grains.	Même opération.
8° Purge.............	Purge forcée à la turbine.	Même opération.
9° Produits secondaires..	Recuite des sirops de premier égout.	Même opération.
	Recuite des sirops de second égout.	Même opération, ou mieux distillation de ces sirops.
	Vente à la distillerie ou distillation des sirops de troisième égout.	Même opération, si l'on veut.

On reconnaîtra avec nous qu'il faut être d'une ignorance extrême ou d'une mauvaise foi insigne pour ne pas voir que la méthode courante est absolument identique avec la méthode conseillée pour la ferme, puisque la seule différence réelle consiste dans la suppression du noir, dont les fabricants de sucre, agriculteurs, ne se servaient pas, avant la spéculation organisée par Payen et consorts pour l'introduire dans la pratique, ce qui n'empêchait pas de faire de bon et beau sucre.

Avec un peu de bon sens, d'ailleurs, on verrait qu'il est impossible, aujourd'hui du moins, de ne pas accomplir, en ferme, tout ce qui est essentiel dans la méthode ordinaire de fabrication industrielle. Tous les rêves illusoires, toutes les promesses, tous les *boniments* ne signifient rien devant cette nécessité. Il faut *diviser* la matière, *extraire* le jus, le *purifier*, le *concentrer*, le *cuire*, faire *cristalliser* le sucre, le *purger*, utiliser les *résidus*, en ferme aussi bien qu'en fabrique, et toutes ces opérations ne peuvent différer, dans les deux circonstances, d'une façon bien frappante, sinon par l'adoption de quelque pratique économique, comme la suppression du noir, ou par quelque amélioration, comme la transformation des alcalis en sels inoffensifs, par l'action d'un peu de phosphate de chaux, que l'on sait n'avoir pas d'action nuisible sur le sucre.

La plus grande erreur, à laquelle seraient exposés les agriculteurs, consisterait à se laisser leurrer par de prétendus procédés chimiques recommandés, précisément parce que tout procédé qui s'écarterait notablement des principes connus et des pratiques admises ne présenterait presque certainement aucune valeur. Que l'on améliore quelque partie du procédé connu, rien de mieux; mais prétendre y substituer une invention mal comprise, venir proclamer l'avénement de quelque messie apocryphe, c'est un rôle mensonger qui ne peut être pris au sérieux. De même que la fabrique industrielle a *emprunté* à l'agriculture sucrière ses méthodes et ses procédés en ce qu'ils ont d'important, de même l'agriculture doit *reprendre* aujourd'hui son bien où elle le trouve; mais il ne faut pas chercher des méthodes différentes, quant au fond, de la méthode de tout le monde; il n'en existe pas en sucrerie.

Nous allons compléter ces généralités relatives à la sucrerie agricole en passant en revue la question de l'outillage, la seule qui puisse faire l'objet d'une hésitation ou d'un doute. S'il fal-

lait dépenser un demi-million pour faire construire une sucrerie en ferme par la maison Caïl, ou par quelque chaudronnier à la mode, la question serait réduite à néant, et il ne faudrait plus en parler. Mais, ce qui prouve surabondamment qu'il n'en est pas ainsi, c'est la coalition des industriels contre cette idée, dont l'exécution sera pour eux un désastre. Ici encore, en dépit de tous les faiseurs de systèmes, le domaine public est assez riche pour suffire à tous les besoins et même à la plupart des caprices et des accessoires.

Instrumentation des sucreries annexes. — Le premier soin dont il est facile de s'occuper, pour l'établissement d'une sucrerie agricole, consiste dans l'*appropriation d'un local* pour cette industrie. Un hangar, une grange ou une construction spéciale servira de base à l'opération, suivant les circonstances. Il convient d'éviter, à cet égard, un immense écueil d'amour-propre et de vaine gloriole, dans lequel plusieurs personnes se sont laissé entraîner à propos de l'alcool. On a voulu faire du luxe de bâtisse et créer des installations plus ou moins élégantes, afin de frapper les yeux, dans le but inavoué d'exciter l'envie et la jalousie. Cette légèreté inqualifiable en a conduit plusieurs à un chiffre de dépenses exagéré, et ces mêmes hommes, qui avaient sacrifié une somme importante à l'érection de leurs châlets-distilleries, se sont vus obligés de lésiner sur l'outillage industriel, sur le salaire d'un habile contre-maître. L'utile avait été sacrifié à l'agréable; le fond avait fait place à la forme, et ce travers, partagé par beaucoup de manufacturiers, était l'indice d'une tendance du jour, qui porte à vouloir *paraître* à tout prix.

Sans conseiller le mesquin ou le sordide, on doit demander, pour un établissement industriel agricole, la propreté, la solidité, le confort; tout en admettant volontiers cette élégante harmonie des proportions et des formes qui offre le cachet du bon goût et de l'intelligence, l'agriculteur doit préférer un peu plus d'espace dans un bâtiment simple et solide, à la gêne dans une bonbonnière.

A. — Il faut que le local de la sucrerie puisse abriter et contenir :

1° Le *foyer* du *générateur* et le générateur lui-même; 2° le *moteur*, manége, moteur à vapeur, ou locomobile; 3° le *laveur*

et ses accessoires; 4° la *râpe* et son service; 5° les instruments de *pression*, de *lévigation* ou de *macération*, selon les circonstances et le système adopté; 6° des *réservoirs* à eau, à jus et à sirop; 7° la *presse* à résidus; 8° l'outillage de la *défécation* et ses accessoires; 9° le four à chaux et la préparation de l'acide carbonique; les objets nécessaires pour la préparation du *phosphate acide* ou de tout autre agent complémentaire; 10° les instruments de *filtration* et les *récipients* qui en dépendent; 11° les *monte-jus* ou les *pompes;* 12° les chaudières de *concentration* et de *cuite;* 13° les réservoirs pour la *cristallisation;* 14° la *turbine* et ses accessoires; 15° les récipients à *sirops d'égout*. Il faut, en outre, prévoir un grenier à *dessiccation*, un *magasin* et un *bureau* pour les employés du fisc, en attendant leur disparition.

La distribution et l'agencement des divisions principales varient nécessairement selon la construction et la forme du bâtiment, en sorte que l'on ne peut donner que des indications générales, sous ce rapport. En principe, tous les services spéciaux seront séparés les uns des autres, sans que cette séparation apporte d'obstacle à la circulation et au mouvement du travail.

Le local à cristallisation, la purgerie, les récipients à sirops, le grenier à dessiccation et le magasin ne doivent pas être accessibles aux premiers venus; le magasin doit fermer à clef. Le local du générateur et celui du moteur seront interdits à tous autres qu'au chauffeur ou au mécanicien; l'endroit où l'on prépare les réactifs, comme le phosphate de chaux, etc., doit être également clos, et la personne chargée de cette préparation y pénétrera seule.

Quant aux autres services, ils seront disposés de manière que l'on puisse communiquer et circuler librement, sauf pourtant l'atelier de la râpe, afin d'éviter les accidents.

Le rez-de-chaussée contient aisément l'atelier de la râpe, la macération, la lévigation ou la pression, les pompes ou les monte-jus, les récipients pour les jus filtrés ou non filtrés, la cristallisation et la purgerie. La partie inférieure des filtres peut se trouver également à cette hauteur.

Les récipients de toute nature, pour les jus filtrés ou non, pour les sirops d'égout, épuisés ou non, sont établis en contre-bas.

La presse à pulpe et à résidus se dispose aussi dans le rez-de-chaussée pour la commodité du service; il en est de même de la cuve à laver les toiles et les sacs.

Une galerie solide, bien charpentée, entourée d'un garde-fou, règne au-dessus, à la hauteur d'un entre-sol; elle forme une sorte de premier étage, percé au milieu d'une large ouverture rectangulaire, par laquelle pénètre l'escalier de service. On peut encore, dans un endroit ou dans l'autre, disposer un *tracas*, avec un petit treuil pour la descente ou l'élévation des fardeaux un peu lourds, etc.

C'est sur cette galerie que l'on établit la défécation, la concentration et leurs dépendances; le haut des filtres s'y trouve également, si l'on ne se contente pas d'un simple filtre Taylor; on y place le bureau du fisc, un petit bureau laboratoire pour les essais, etc., enfin, un local fermé pour serrer divers ustensiles.

Le grenier à dessiccation, bien planchéié, règne au-dessus de la cristallisation; il est inaccessible aux vapeurs, convenablement chauffé par les chaleurs perdues et renferme le magasin. On y fait arriver et l'on en fait descendre les sacs de sucre par le tracas dont nous avons parlé. Une petite bascule s'y trouve en permanence.

En dehors du bâtiment principal, un appentis est disposé pour le générateur, le moteur et leurs dépendances; un second appentis plus petit sert à la préparation du phosphate, ou d'un autre agent analogue.

Ces indications générales sont suffisantes pour donner une idée de ce qu'il convient de faire; en tout cas, les modifications de détail ou d'ensemble sont faciles à comprendre et à exécuter, selon les circonstances particulières où l'on se trouve placé.

En résumé, un bâtiment quadrilatère, solidement établi, de 10 à 12 mètres de large sur 18 à 20 de longueur et 7 ou 8 de hauteur, suffit grandement pour établir tous les services d'une sucrerie annexe destinée à traiter de 20,000 à 25,000 kilogrammes de matière par jour; nous supposons évidemment que les pulpes n'ont pas à y être emmagasinées et que les racines sont conservées dans des silos, d'où on les retire, à mesure des besoins journaliers.

B. La question du bâtiment résolue, on se trouve en face de la production de vapeur et de la force mécanique à établir.

Si l'on écarte complétement les systèmes à feu nu, lesquels ne peuvent présenter de raisons d'être plausibles que dans des circonstances très-exceptionnelles, presque impossibles en Europe, on ne peut songer qu'à l'établissement d'une *machine à vapeur* faisant fonctions de producteur de force motrice et de puissance calorifique, ou bien encore à celui d'un *générateur* fournissant la vapeur seulement et d'une *locomobile* ou d'un *manége* pour la force motrice.

C'est à l'agriculteur qu'il appartient d'apprécier les circonstances par lesquelles il doit se décider à opter entre ces deux combinaisons. En supposant un travail de 15,000 kilogrammes par jour et des racines fournissant des jus à 5° B. de densité, on se trouve avoir à évaporer 13,350 litres d'eau par jour environ, toutes opérations comprises.

La force motrice s'applique à la mise en fonction du *cylindre laveur*, de la *râpe* et de l'instrument d'*extraction*, au jeu des *monte-jus* ou des *pompes*, à celui de la *turbine* et du *cylindre mélangeur*.

Il est toujours préférable d'établir un générateur assez puissant pour satisfaire à tous les besoins plutôt que de scinder les sources du travail par des raisons d'économie apparente qui ne portent, en réalité, que sur des frais de premier établissement et cessent d'avoir la moindre valeur à partir de ce moment.

C. La *division des racines*, après leur passage au *laveur mécanique*, se fera très-bien par la *râpe de Burette* ou même par l'instrument plus rustique de Mathieu de Dombasle, dont nous avons donné la description. Il n'est pas nécessaire de faire établir une grande râpe et encore moins de s'embarrasser de deux de ces instruments; mais il convient d'être approvisionné de lames de rechange, et il faut que l'instrument soit construit de manière à permettre le remplacement rapide d'une lame mise hors d'usage.

D. L'*extraction du jus* laisse encore à opter entre la pression, la macération et la lévigation.

Si l'on adopte la pression, malgré toutes les raisons qui militent contre ce mode en sucrerie agricole, on aura à choisir entre les systèmes ordinaires de *presses à choc*, *à levier*, etc., et la *presse hydraulique*. Celle-ci donne plus d'action, mais elle exige une dépense notable de premier établissement. On doit

se rappeler que la pression, quelle qu'elle soit, demande au moins autant de main-d'œuvre que la macération, et qu'elle ne donne pas des résultats aussi avantageux ni un épuisement aussi complet.

On a fait beaucoup de bruit et de réclames en faveur des *presses continues;* mais la plupart des appréciations semblent avoir été fort exagérées. La preuve que ces machines ne fournissent pas ce que les inventeurs ont promis se trouve dans ce fait que la plupart ont dû se résigner à faire deux pressions, séparées par une imbibition de la pulpe, pour arriver à un rendement suffisant. D'un autre côté, les presses à cylindres, qui comportent des toiles métalliques ou autres, tendues sur des galets, pour entraîner la pulpe vers les organes de compression, ne peuvent donner un fonctionnement régulier. Pour peu que l'égalité absolue de la couche, ou l'horizontalité des galets, soit rompue, les toiles courent vers les joues, s'éraillent, se déchirent, et le travail est arrêté. On verra plus loin que cette allégation repose sur une expérimentation personnelle et par quel moyen nous sommes arrivé à vaincre cette difficulté et à créer une bonne presse.

Dans le cas de la macération, on est parfaitement libre de se décider en faveur d'un système quelconque, breveté ou non, ou même d'adopter les tables de M. Kessler. Nous ne faisons d'opposition systématique à personne.

Cependant, pour peu que l'on réfléchisse à l'essence de la macération, on comprendra que cette opération consiste surtout dans le contact plus ou moins prolongé de la pulpe avec un liquide de densité décroissante, ou même avec de l'eau, et dans l'élimination du produit liquide, sous l'action de la pression atmosphérique seule ou favorisée par une action auxiliaire quelconque.

Supposons donc un simple cuvier conique, dont la base est en haut et qui se trouve muni d'un faux fond percé de trous et d'un robinet à la partie inférieure, représentant le sommet du cône. Disposons sur le faux fond une toile métallique ou une claie en osier recouverte d'un feutre ou d'une toile à débourber, qu'un cercle mobile intérieur ou des cales de pression empêcheront de changer de place. Remplissons le cône avec de la pulpe modérément tassée et ouvrons le robinet inférieur. Tout aussitôt le jus s'écoulera, sollicité par la pression

atmosphérique et, au bout de quelques instants, la couche supérieure prendra une apparence de demi-siccité pendant que la masse s'affaissera dans le cône, graduellement, d'une quantité proportionnelle au volume du jus qui aura coulé par le robinet. Lorsque l'écoulement sera arrêté, ou qu'il sera ralenti notablement, si nous comprimons un peu la surface supérieure et que nous y fassions arriver une certaine quantité d'eau, il est clair que cette eau tendra à passer à travers la matière, sollicitée par son propre poids et par la pression de l'atmosphère. Elle poussera devant elle le liquide libre plus dense qui sortira par la partie inférieure, tandis que, remplaçant ce liquide dans la masse, elle dissoudra les matières solubles qu'elle entraînera à son tour.

On comprend que l'on peut arriver ainsi à un épuisement presque absolu, surtout si on réfléchit au phénomène de l'imbibition ou de l'endosmose, lequel a lieu par suite d'un contact un peu prolongé. Les liquides de lavage pénètrent, en effet, dans les cellules non divisées et y prennent successivement la place des dissolutions qui s'y trouvent, en sorte que, finalement, ces cellules ne contiennent plus que de l'eau.

En se guidant sur ce qui vient d'être dit et encore sur ce qui a été exposé antérieurement au sujet de la macération, chacun peut faire construire à son gré des tables de déplacement, des cuves de macération ou d'extraction qui ne doivent rien à personne. Les principes, en cette matière, appartiennent à tout le monde; quelques formes spéciales seulement sont la propriété plus ou moins problématique de certains brevetés; tout ce qu'il y a à faire consiste à éviter les contestations en prenant d'autres formes, ce qui n'est pas difficile, dût-on employer de simples cuviers à double fond. Ici donc, comme pour tout le reste, l'agriculteur reste le maître de la situation, nonobstant les prétentions brevetées.

Dans le cas de la lévigation, il conviendra d'épuiser d'abord les pulpes d'une partie de leur jus normal, afin de les rendre plus accessibles à l'eau de lessivage, plus facilement pénétrables. Le produit faible de l'épuisement de la matière doit rentrer dans le travail. Le meilleur lévigateur, ou plutôt le seul instrument de lévigation qui existe est la vis d'Archimède, disposée suivant les données de Pelletan, ou dans des conditions qui s'en rapprochent.

La *presse ordinaire à levier* et la *presse à vis*, connues de tout le monde, nous paraissent très-convenables pour épuiser les pulpes de leur excès d'humidité, avant de les envoyer à l'étable, aussi bien que pour la pression des écumes et des dépôts.

Il convient de recevoir les jus dans des *récipients*, d'où ils seront dirigés vers la chaudière à déféquer. Ces récipients peuvent être construits en bois, sans aucune espèce d'inconvénient, pourvu que l'on ait soin de temps en temps, lorsqu'ils sont vides, de les nettoyer avec un lait de chaux, pour éviter les dangers de fermentation.

Dans le cas de la macération, il en faut un pour recevoir les jus supérieurs en densité à 4° B., un autre pour les lavages de 1 à 4 degrés, et un troisième pour tout ce qui est au-dessous de 1° B. Le contenu du premier est destiné à la défécation; celui des deux autres sert à l'épuisement successif des pulpes. Ces récipients sont munis de robinets, lorsque l'on emploie le *monte-jus*; on y adapte une *pompe*, dans le cas contraire.

N'oublions pas de mentionner, en passant, le *réservoir à eau* que l'on place à l'étage supérieur et d'où l'on dirige ce liquide partout où le besoin en est, à l'aide de tubes de conduite et de robinets.

E. Les liquides de densité suffisante sont dirigés vers la défécation par un monte-jus ou par une pompe. Il n'y a rien à ajouter au sujet de ces appareils; la forme en est connue, et chacun peut choisir le système qui lui paraît le plus convenable. Disons seulement que, si l'on emploie la pompe pour l'ascension des jus, il est bon de faire arriver le liquide dans un réservoir intermédiaire, placé au-dessus de la chaudière à défécation, dans laquelle on le fera parvenir par un large robinet. La pompe pourra ainsi fonctionner indéfiniment, sans que la lenteur de son action puisse apporter de retard à la défécation.

F. La *chaudière à défécation* ordinaire convient parfaitement aux exploitations rurales; ce n'est qu'une question de volume ou de capacité à modifier selon les besoins. A côté de cette chaudière et à proximité de l'ouvrier, se trouvent deux cuviers pour l'extinction de la chaux et pour contenir cette substance à l'état de lait tamisé. On doit disposer aussi une petite bascule pour le dosage de la chaux.

Un peu en contre-bas de la même chaudière à déféquer se place le *débourbeur* ou le *décanteur*, dans lequel les jus sont dirigés après le chaulage. Le débourbeur peut être remplacé par un filtre Taylor.

Au sortir de cet appareil, le jus, encore chaud, passe dans une chaudière, ou mieux dans un bac en tôle, où l'on opère la saturation par l'acide carbonique et la transformation des alcalis par le phosphate acide, dont la solution se trouve à proximité. Aussitôt que cette saturation est faite, le moût est envoyé à la filtration, à moins qu'on ne veuille procéder par décantation.

G. Comme il ne peut s'agir, en sucrerie agricole, que de *filtration mécanique*, le débourbeur ordinaire peut très-bien faire cette opération, sous la seule condition que les sacs soient en étoffe serrée, pour obtenir des produits parfaitement limpides, à raison de la ténuité des depôts précipités. Rien n'empêche, au demeurant, de donner la préférence à tout autre système de filtration rapide; mais il convient de disposer deux filtres, afin d'en avoir toujours un à sa disposition, pendant le nettoyage de l'autre.

H. Après la filtration, le jus clair est puisé par une pompe ou dirigé par un monte-jus vers le *réservoir* de la chaudière à évaporer, pour alimenter la concentration.

I. Nous avons déjà conseillé l'emploi de la chaudière de Pecqueur, de celle de M. Dubrunfaut ou de la Wetzell, pour la concentration et la cuite; ces chaudières peuvent être facilement établies par un constructeur ordinaire, avec les modifications convenables de forme ou de capacité.

Il convient d'avoir deux de ces chaudières, l'une destinée à l'évaporation, pouvant évaporer à la fois le produit d'une défécation, et l'autre, plus petite, pour compléter la concentration du sirop amené à 27° B. par la première.

Il est également fort utile que de ces deux chaudières la plus grande, celle à évaporer, *commande* l'autre, c'est-à-dire qu'elle soit établie sur un plan plus élevé, de manière qu'on puisse envoyer directement le sirop à 27° B. dans la seconde chaudière, ou dans un filtre, à volonté, s'il est nécessaire de faire une troisième filtration. Un troisième filtre complémentaire ou une troisième caisse à débourber devient tout à fait inutile, par l'emploi du phosphate acide de chaux. C'est que,

en effet, le phosphate tribasique de chaux qui se produit dans la réaction est tout à fait insoluble, tandis que, lorsque l'on se sert d'un sulfate, le sulfate de chaux qui se forme est doué d'une certaine solubilité, égale à 2,6 environ sur 1,000 parties de menstrue.

Ajoutons qu'il nous a paru que le sucre augmente assez notablement ce coefficient de solubilité, en sorte que les moûts sucrés ne s'en débarrassent guère que vers 26° à 27° B., ce qui nécessite une filtration à cette dernière densité, comme nous l'avons déjà fait observer, et augmente encore la valeur des raisons qui plaident en faveur du superphosphate de chaux.

J. Comme le sirop cuit est dirigé de préférence dans les *bacs à cristalliser* par des caniveaux métalliques, et que l'on doit éviter la main-d'œuvre partout où cela est possible sans compromettre le succès d'une opération, on peut, en industrie agricole, supprimer le *bac à rafraîchir*, puisque les cristallisoirs peuvent très-bien en remplir la fonction.

Quant à ces cristallisoirs, on les fera établir en tôle ou en cuivre ; ils seront cylindriques ou à faces quadrilatérales, à volonté, mais il est bon de leur donner plus de surface que de profondeur. La cristallisation n'en sera que plus belle et plus prompte.

Des *puisoirs* ou *pucheux*, deux ou trois *bacs de corbin* sont nécessaires pour transporter la pâte cristallisée à la purgerie.

K. Nous savons que la purgerie renferme la *turbine* et le *cylindre mélangeur*, dont l'action consiste à briser et à détruire les agglomérations cristallines avant le passage de la turbine, afin de faciliter la purge et le blanchiment. Dans un coin de cette pièce doivent se trouver trois ou quatre vases, contenant de la clairce ou du sirop de différentes nuances. C'est à l'aide de ces clairces, ajoutées en petites quantités successives dans la turbine, pendant qu'elle est en marche, que l'on produit le lavage méthodique des cristaux du sucre et leur blanchiment.

Le *tracas* par lequel le sucre est monté au grenier s'ouvre dans la purgerie ; le *sac à sucre* est accroché, tout ouvert, à la corde du treuil, à proximité de la turbine.

Enfin, les sirops d'égout des diverses qualités se rendent, par un caniveau, dans l'un ou l'autre des récipients qui leur sont destinés. Ces *récipients en tôle* sont placés en contre-bas du plan inférieur de la turbine et ils peuvent communiquer

avec le monte-jus, ou bien encore une pompe est adaptée à chacun, selon le mode que l'on a choisi pour le transport des sirops ou leur retour à la chaudière.

Nous n'avons pas cru devoir préjuger, sinon d'une manière générale, la question de la vapeur, en industrie agricole, parce que différentes considérations peuvent porter l'agriculteur à prendre le manége pour force motrice et à réduire la puissance du générateur. Qu'on nous permette cependant d'exposer quelques observations au sujet des pompes et des monte-jus, afin d'éclairer un point que l'on pourrait vouloir contester.

Nous pensons que, le plus souvent, même dans le cas où l'on ne voudrait établir qu'une petite machine et où l'on prendrait le manége pour force motrice, on doit préférer le monte-jus à la pompe pour le transport des liquides de fabrication.

1° Le monte-jus dépense une certaine force de vapeur pour conduire un jus à destination, cela est vrai; mais la pompe exige une dépense de travail mécanique *au moins* aussi considérable.

2° Le monte-jus exécute presque instantanément le travail qui demande un temps fort considérable par les pompes.

3° Toute la main-d'œuvre du monte-jus se réduit à un jeu de robinets, tandis que les pompes exigent une surveillance constante, des transmissions de mouvement coûteuses et de fréquentes réparations.

4° Il faut, dans le système des pompes, qu'un de ces instruments soit adapté à chaque récipient contenant une sorte de liquide à transporter, tandis qu'avec deux ou trois petits monte-jus, on peut suffire à tout le service d'une sucrerie agricole.

5° Le monte-jus ne produit aucune détérioration des liquides sucrés, tandis que la pompe introduit des masses d'air dans les jus et les sirops, ce qui ne peut manquer d'exercer une influence notable sur leur composition, et peut devenir même une cause directe d'altération dans les circonstances ordinaires.

Ainsi donc, quand même le manége serait employé pour tout le reste du travail mécanique, nous ne voudrions nous servir de la pompe que pour l'approvisionnement du réservoir à eau et nous ferions opérer tous les transports de jus ou de sirops à l'aide du monte-jus, sauf quelques cas exceptionnels. On doit faire une réserve assez importante à cet égard. Il

vaut mieux ne pas appliquer directement la vapeur à l'ascension des liquides des monte-jus, afin d'éviter les condensations qui se produisent et dont le résultat est d'augmenter la dépense en combustible. Il serait plus avantageux de ne se servir de cette vapeur, à chiffre de frais égal, que pour comprimer de l'air dans un récipient. L'air comprimé serait employé à faire monter les jus et sirops, dans lesquels il n'introduirait pas d'eau et dont il ne diminuerait en rien la densité.

Le reste de l'instrumentation d'une sucrerie agricole ne comporte pas d'explications spéciales. Des *bascules* pour peser les racines et le sucre, des *cuviers*, des *seaux*, des *râbles*, des *instruments* pour conduire le feu, des *densimètres* et *pèse-sirops*, des *puisoirs*, des *écumoirs*, des *sacs* de rechange et des *toiles* pour les filtres, des *claies*, etc., sont des objets bien connus, sur lesquels il est inutile de s'arrêter. Or, dans toute l'instrumentation sucrière agricole, on ne rencontre pas un seul objet, un seul appareil qui n'appartienne complétement au domaine public, soit par lui-même, soit par ses analogues; c'est donc avec raison que l'on peut affirmer la possibilité, pour l'agriculteur, de faire du sucre sans le secours des *réinventions* modernes.

Nous nous empresserions toujours, cependant, de conseiller à l'agriculture la pratique d'une méthode nouvelle, brevetée ou non, d'un outillage nouveau, s'il en devait résulter une économie notable ou une sérieuse amélioration. Il n'en est malheureusement pas ainsi de ce que l'on vante souvent en sucrerie; aussi, engageons-nous la culture à une prudence extrême en ce qui touche l'adoption des nouveautés, vraies ou apparentes, que l'on veut *faire prendre* à force de réclames et à grand renfort d'éloquence.

En récapitulant les données qui viennent d'être exposées au sujet de la méthode à suivre et de l'instrumentation nécessaire pour faire du sucre dans la ferme sans le secours des inventeurs, quels qu'ils soient, et en se conformant aux pratiques expérimentées en fabrique depuis l'origine de la sucrerie, il est facile de tracer un résumé de ce qu'il faut faire et des instruments qu'il convient d'installer pour atteindre complétement le but cherché.

Résumé de la méthode ordinaire de sucrerie, dans son applica-

tion au travail de la ferme. — Étant admis que le cultivateur a pris les soins nécessaires pour la conservation de ses racines, on peut les supposer amenées à pied-d'œuvre, c'est-à-dire auprès du laveur, puisque c'est à ce point précis que commence la fabrication.

1° Les racines sont *lavées*, après un *épluchage* sommaire, si on le juge utile.

2° Elles sont *divisées* à la *râpe*, à moins que l'on ne préfère la division en *cossettes* par le *coupe-racines*, pour servir de point de départ à quelque système de macération bien compris et économique.

3° Ou la pulpe est pressée par simple ou double pression, ou elle est macérée méthodiquement pour produire l'*extraction* de la plus grande proportion possible du jus. Il vaut mieux lui faire subir une pression préparatoire, suivie de la lévigation et d'une pression d'épuisement, comme il sera démontré.

4° Dans le cas de la macération, les pulpes traitées doivent être pressées; c'est le seul moyen de faire retourner au travail les jus faibles qui seraient perdus, et d'augmenter le rendement.

5° Les jus obtenus doivent être *purifiés :* on les fait passer dans une chaudière à déféquer, où ils sont chauffés à + 90°, puis additionnés d'une quantité de chaux convenable et portés au premier bouillon.

6° On les *clarifie*, soit par le repos dans la chaudière ou dans des bacs de décantation, ou bien par la filtration. Dans tous les cas, les écumes et les dépôts sont pressés; le liquide est réuni au jus de décantation ou de filtration, et les résidus pressés sont envoyés à la fosse aux engrais.

7° Les liquides chaulés sont dirigés vers la chaudière ou le bac à *saturation*, où on les traite par l'acide carbonique, puis par une addition de phosphate de chaux, dont on a soin de neutraliser l'excès. On porte au bouillon; on laisse clarifier par le repos et l'on décante ou l'on filtre.

8° Les jus clairs de l'opération précédente sont envoyés par la pompe ou le monte-jus au réservoir alimentaire de la concentration.

9° Ils sont *concentrés* jusqu'à 50 pour 100 de richesse, ou 27° B., soit à la vapeur, ce qui est préférable, soit à feu nu, si l'on dispose d'un fourneau approprié pour éviter la cara-

mélisation et agir en surface. Cette opération se fait à l'air libre.

10° Les sirops concentrés sont *filtrés* pour enlever les matières étrangères suspendues qui peuvent en troubler la transparence.

11° On opère la *cuite* des sirops concentrés et filtrés à l'aide de la vapeur, à l'air libre, jusqu'à ce qu'ils ne contiennent plus que 10 à 15 pour 100 d'eau, c'est-à-dire jusqu'à ce que 100 parties de sirop à 27° B., présentant un volume quelconque, soient diminuées environ des deux cinquièmes de ce volume, et présentent une densité moyenne de 42° à 44° B. à l'ébullition.

12° La *cristallisation* des sirops cuits se fait en *bacs*. Elle dure de 1 jour à 5 jours. Le local doit avoir une température de + 35°.

13° On extrait le sucre de la masse cuite cristallisée par la *purge*, qui s'opère dans la *turbine*, après que la pâte cristallisée a été égrugée entre des cylindres mélangeurs et ramenée à un peu plus de fluidité par le mélange avec du sirop. On compléte le blanchiment, si on le désire, dans la turbine, par l'action de la clairce ou par un jet de vapeur.

14° Enfin, *les cristaux sont desséchés* à l'air libre, à moins qu'on ne puisse disposer d'une étuve ou d'un local approprié pour en tenir lieu.

Les *sirops d'égout* de premier jet sont *rapprochés* tous les jours au point de cuite, et mis en cristallisation. Les sirops de second jet sont *repris* en sucrerie agricole de canne; mais ces sirops sont considérés comme *mélasses* en sucrerie de betterave et envoyés à la distillerie, qui reçoit également les sirops d'égout de troisième jet de cannes, de manière que la fabrication soit apurée journellement et qu'on n'emmagasine jamais de *bas produits*.

On peut voir que cet ensemble d'opérations est très-facile à exécuter, que toutes les phases du travail appartiennent à la fabrication ordinaire des sucreries; enfin, que toutes ces opérations étant du domaine public, les agriculteurs peuvent les mettre en pratique sans avoir à se préoccuper des prétentions plus ou moins légitimes des inventeurs.

Il en est de même pour l'instrumentation, comme on va pouvoir le constater.

Récapitulation des engins et machines nécessaires pour mettre en pratique dans la ferme la méthode ordinaire de sucrerie. — En prenant régulièrement la suite des opérations qui viennent d'être retracées, il est facile de se faire une idée juste des dépenses à faire et de l'installation à créer pour traiter 15,000 kilogrammes de racines en 12 heures de travail effectif, sans recourir aux chaudronniers et en se servant seulement des appareils les plus simples, appartenant à tout le monde. Pour ce traitement de 15,000 kilogrammes, on doit installer les instruments dont voici la désignation :

1° Un générateur de 25 chevaux-vapeur, que l'on pourra réduire considérablement, si l'on utilise les vapeurs détendues et si l'on produit la surchauffe de ces vapeurs par les chaleurs perdues du foyer.

2° Une machine de 5 à 6 chevaux effectifs, si l'on ne dispose pas d'un cours d'eau ou d'un manége d'une force suffisante.

3° Une pompe à eau pouvant fournir 1,200 à 1,500 litres par heure et la faire parvenir au réservoir.

4° Un réservoir contenant 3,000 litres, muni d'un flotteur et d'un tube de trop-plein, distribuant l'eau partout où il en est besoin, à l'aide de tubes et de robinets.

5° Une râpe de $0^{mq},70$ de surface par 650 tours à la minute, ou de $1^{mq},40$ si l'on ne fait que 325 tours, ce qui est préférable.

6° Une simple hélice, comme celle qui est employée en féculerie, pour pratiquer la lévigation continue de la pulpe. La partie la plus déclive de l'enveloppe est fermée par une joue qui doit être perforée et communiquer avec un espace quelconque, renfermant une matière filtrante.

7° A la sortie de l'hélice, une presse à vis, à deux plateaux, et à effet alternatif pour épuiser les pulpes du jus faible, qui est employé à la lévigation.

8° Un réservoir en tôle pour le jus, d'une capacité totale de 1,500 litres.

9° Une pompe ou un monte-jus pour transporter le liquide au réservoir de la défécation si on emploie la pompe, à la chaudière à déféquer si l'on se sert du monte-jus.

10° Chaudière à déféquer, avec une calandre en tôle et coupole en cuivre, chauffée par un serpentin. Cette chaudière est servie par le monte-jus ou par le réservoir alimentaire selon

les cas. La capacité totale est de 1,500 litres avec 250 litres de vide, chaque opération s'appliquant à 1,250 litres environ.

11° Un bac à décanter en tôle, contenant 1,500 litres, pour la clarification du jus déféqué. On peut supprimer ce bac, si l'on préfère avoir deux chaudières à défécation, dans l'une desquelles on aura tout le temps de laisser aux jus le repos nécessaire.

12° Un filtre-presse ou une presse à vis pour l'épuisement et la pression des dépôts et résidus. Il faut que le filtre-presse soit très-simple et que son action soit bornée à ce qui est strictement nécessaire.

13° Un bac intermédiaire ou de transition pour recevoir les jus produits par la pression des résidus.

14° Un décanteur ou un filtre à effet rapide pour séparer le liquide déféqué des matières suspendues.

15° Une chaudière à concentration.

16° Un filtre ou un débourbeur à sirop.

17° Une chaudière de cuite, suffisante pour faire dans la journée de travail le rapprochement des premiers jets et des reprises.

18° Des cristallisoirs en nombre suffisant pour chaque série d'opérations.

19° Une turbine, avec le malaxeur mécanique et les quelques bacs nécessaires.

20° Un monte-sacs et les petits instruments accessoires, indispensables pour le travail.

En se basant sur les généralités qui viennent d'être indiquées, et en tenant compte des changements fort nombreux qu'il est loisible à chacun d'apporter dans un outillage de ce genre, on comprend que, pourvu que toutes les actions à accomplir soient prévues, il sera toujours facile à chacun de créer une installation convenable, et de la réduire aux limites rationnelles. C'est précisément en tenant compte de cette idée fondamentale que l'on peut comprendre la possibilité de constituer un matériel aussi faible et aussi restreint qu'on puisse le supposer pour tous les cas présentés par la pratique. Il suffit en effet de répondre aux exigences peu nombreuses de la fabrication pour créer un matériel très-suffisant. Pourvu que les racines soient nettoyées et divisées, que l'on opère l'extraction et la purification du jus, que l'on concentre au point de cuite le

liquide obtenu, que la masse soit soumise à la cristallisation, et que le sucre soit extrait des sirops en proportion rémunératrice, on a fait tout ce que l'on a à faire, sans que l'on ait à s'inquiéter si l'on a suivi ou non les indications des chaudronniers.

En conséquence, toutes les sucreries agricoles traitant un chiffre de racines assez élevé pour qu'on les range parmi les fabriques proprement dites seront obligées de se pourvoir d'un outillage à peu près analogue à celui dont il vient d'être question; les différences se traduiront par une diminution plus ou moins considérable dans la puissance du générateur ou de la machine, dans la capacité ou le nombre des vases, mais il faudra nécessairement que toutes les actions normales tendant à l'extraction du sucre soient accomplies.

Instrumentation des petites sucreries. — En partant de ce principe, on conçoit que la forme des vases et des instruments, le nombre et le coût des engins ne présentent guère à l'observateur sérieux que le côté secondaire de la question. Qu'importe en réalité au fabricant de sucre de faire son produit dans le *chaudron* le plus simple, avec un outillage d'un prix très-faible, pourvu que ce sucre soit bon et vendable, à prix égal, et qu'il en retire au moins la même quantité que celle obtenue en grande industrie, ou même que le prix de revient de son produit soit, en définitive, dans de meilleures conditions? Il vaudrait mieux gagner de l'argent à l'aide d'un seau en bois que d'en perdre avec une demi-douzaine de chaudières à triple effet ou avec l'installation Cail. En somme, l'important pour le petit fermier qui veut faire tous les jours le traitement d'une petite quantité de betteraves ou de cannes, ou de toute autre matière saccharifère, consiste à extraire le maximum du jus, à le purifier le mieux possible, et à en retirer par cristallisation le maximum de sucre à moindres frais. Or, nous disons que, dans les conditions les plus humbles, on peut traiter par jour telle quantité, aussi faible que l'on voudra, de matière saccharifère, sans être astreint à de grandes exigences d'installation.

Cette proposition est assez aisée à démontrer pour que nous puissions ne l'envisager que d'une manière sommaire.

Pour le traitement de 1 000 kilogrammes de racines, par

exemple, on n'a pas besoin d'un laveur mécanique et l'*enfant*, chargé de ce travail, peut parfaitement, à l'aide d'un baquet d'eau, d'un couteau et d'une brosse, obtenir une appropriation très-convenable. D'autre part, il semble que, pour une si faible quantité, il soit au moins illusoire d'installer un appareil de division et d'extraction plus ou moins complexe et coûteux. Ce serait ici le cas ou jamais d'en revenir à une des idées de M. de Dombasle, si maladroitement copiée par M. Frézon, et de recourir à une division sommaire complétée par une demi-cuisson. Les racines, coupées en morceaux de la grosseur du poing, à l'aide d'un hachoir, pourraient être jetées dans un appareil à cuire, très-élémentaire et peu coûteux, qui serait formé d'une cuve en bois à double fond pour la réception de la matière et d'un bouilleur quelconque qui porterait la vapeur par voie de circulation. Après 20 ou 25 minutes, les racines seraient ramollies et pénétrées par le calorique, les matières albuminoïdes coagulables seraient passées à l'état insoluble en augmentant la valeur des résidus, et il ne s'agirait plus que de presser ces fragments pour en extraire autant de jus qu'on puisse en obtenir par les presses. Ici il est indispensable, pour un rendement rémunérateur, d'avoir affaire à un instrument solide et sérieusement construit; mais, en résumé, la question peut se traduire par le côté le plus simple et rien n'empêche de se servir, à cet effet, d'une presse quelconque, pourvu que les mouvements en soient très-lents et progressifs.

En ce qui concerne la purification du jus ainsi obtenu, on peut avoir sur un foyer, disposé suivant les principes de Caraudau, ou plutôt, conformément à la modification que nous y avons apportée (fig. 26), 3 petites chaudières ou une chaudière à triple compartiment, où l'on puisse faire, d'une manière continue, la défécation, la saturation et la concentration. Ce problème n'a rien de bien difficile, et il ne reste plus, à partir de ce moment,, qu'à opérer la filtration mécanique du sirop à 30 pour 100 et à le cuire.

Toutes les opérations précédentes, qui exigent de la chaleur, peuvent et doivent se faire à feu nu, pourvu que l'on ait pris les précautions nécessaires contre la caramélisation.

En ce qui concerne la cristallisation, elle peut très-bien se faire dans des petits baquets coniques, semblables à ceux dont on se sert dans l'industrie des suifs, et la purge ne requiert

qu'un cône d'épuration et une petite pompe. On voit par ces données que, en fait, l'instrumentation des très-petites sucreries se réduit à fort peu d'appareils et de vases et, si l'on prend la peine d'y réfléchir, on comprendra facilement que la main-d'œuvre est bien au-dessous des limites ordinaires de l'industrie proprement dite. Le feu nu supplée à la vapeur, le manége ou la manivelle remplace la machine, et les actions se bornant à ce qui est strictement indispensable, deux personnes et un enfant peuvent suffire à traiter tous les matins un millier de kilogrammes de betterave.

De cette limite moyenne aux conditions plus restreintes encore relatives au traitement de 2 ou 300 kilogrammes, ou à celui de 4 ou 5000 kilogrammes par jour, on peut déduire sans grande peine les mesures à adopter pour l'installation d'un matériel approprié à la quantité de matière à traiter. Nous ne pousserons pas plus loin cette investigation, car il nous semble qu'avec un peu de bon vouloir il est très-aisé de transformer journellement en sucre les matières dont on dispose dans la ferme, ou, pour mieux dire, la quantité proportionnelle aux besoins de l'étable. Il ne faut pas oublier en effet que, en matière de sucrerie agricole ou de distillerie de la ferme, la question importante repose sur la nourriture des animaux de rente, et le sucre ou l'alcool n'est que le produit accessoire destiné à diminuer jusqu'aux dernières limites le prix de revient des nourritures. C'est en se basant sur cette idée capitale que l'agriculteur parviendra à comprendre le fait saillant de sa situation et à voir que la fabrication du sucre ou de l'alcool ne doit être, pour lui, qu'un mode de préparation de la nourriture des animaux d'étable, mode de préparation dont il retire des avantages plus considérables, mais qui n'en est pas moins, quant au fond, strictement limité à ce but utilitaire.

CHAPITRE IV.

Méthode de sucrerie agricole. Système de l'auteur.

Après avoir exposé au lecteur les principes qui doivent servir de bases au retour de la sucrerie en ferme, et avoir indiqué les tentatives qui ont été faites pour atteindre ce résultat si désirable, nous croyons devoir faire connaître avec quelques détails la méthode à laquelle nous accordons la préférence. Nous ne sommes pas placé ici sous l'empire des illusions naturelles par lesquelles les inventeurs se laissent habituellement aveugler, car nous pouvons reconnaître en toute franchise que, dans le système dont nous avons adopté les détails, l'invention proprement dite ne tient qu'une place fort restreinte. Nous nous sommes borné à faire une sélection raisonnée entre les divers modes connus et pratiqués dans le travail sucrier; nous avons reproduit tout ce qui nous a semblé réellement utile, tant au point de vue des procédés que de l'instrumentation, et nous espérons que le lecteur voudra bien reconnaître avec sa bienveillance habituelle la fidélité avec laquelle nous nous sommes attaché à reproduire tout ce que nous avons rencontré d'applicable dans les pratiques de la sucrerie ordinaire. Il n'a été fait de modifications réelles dans la méthode que sous le point de vue de l'introduction du tannin dans le travail, dans le double but d'améliorer la qualité des pulpes et de rendre les jus conservables, tout en diminuant la proportion de chaux à employer. En matière d'instrumentation, nous avons conservé la presque totalité des dispositifs les plus simples connus en sucrerie, et nous nous sommes borné seulement à rendre l'extraction du jus et la concentration plus rapides, moins coûteuses, en produisant ces opérations par un travail automatique, n'exigeant plus qu'une main d'œuvre insignifiante.

Il résulte de ces données générales que nous nous sommes astreint, dans le sens le plus strict, à conserver tout ce que la pratique habituelle offre de réellement utile, et qu'il ne s'agit pas ici de nouveautés prétentieuses, mais bien plutôt de coordination raisonnée et de simplification. C'est donc à tort que

les antagonistes de la sucrerie agricole ont cherché, par une foule de petits moyens qui leur sont familiers, à entraver l'adoption de cette méthode d'ensemble, puisque nous ne conseillons absolument rien qui n'ait été exécuté couramment en grande fabrication et qui n'ait obtenu de la pratique une sanction complète. Au reste, le lecteur va pouvoir apprécier dans la description suivante et dans les détails qu'elle comporte l'exactitude rigoureuse de nos propositions.

I. — EXTRACTION DU JUS.

On pouvait hésiter entre les divers modes qui ont été conseillés et pratiqués pour cette opération importante. Partisan convaincu de la macération, nous aurions pu, tout en laissant de côté les inutilités allemandes, et en reléguant dans l'oubli qu'elles méritent les prétendues inventions de Schützenbach et de Robert, proposer simplement à la culture la méthode de notre illustre Mathieu de Dombasle. Cette méthode, remarquable par sa simplicité et par les résultats considérables qu'elle produisait entre les mains du célèbre agronome, n'offrait aucune prise à la contestation. A ceux qui préfèrent à toute chose la division par la râpe et l'action de la presse hydraulique, on pourrait répondre très-nettement qu'il vaut mieux pour le fermier et l'agriculteur employer un procédé d'extraction fournissant 7 à 8 de sucre que de se servir d'un procédé par lequel on n'obtient que de 5 à 6 pour 100 de produit réel. Le fait, dûment constaté, ne prêtait à aucune discussion sérieuse. Aux inventeurs de procédés et d'engins de macération, on pouvait dire que le retour aux idées de Mathieu de Dombasle ne peut être, en somme, qu'une restitution, et que l'agriculture a parfaitement le droit de reprendre son bien où elle le trouve, sans s'inquiéter en quoi que ce soit du mécontentement des plagiaires. La raison qui nous a fait abandonner la méthode dont nous parlons consiste principalement dans l'encombrement produit par le matériel et dans la nécessité de diminuer la main-d'œuvre. En effet, quel que soit le perfectionnement apporté dans la pratique des idées de Mathieu de Dombasle, il ne faut pas moins de sept à huit cuviers macérateurs pour opérer l'épuisement de la matière traitée, qui a dû subir une division préalable, soit en pulpe, soit en cossettes. Il faut une

grue tournante pour transporter les paniers d'une cuve à l'autre et, malgré les avantages d'un épuisement presque complet, la pulpe obtenue reste trop aqueuse et perd ainsi de sa conservabilité.

On ne pouvait, d'autre part, songer pour la ferme à l'extraction du jus par la presse hydraulique, dont les résultats insuffisants sont loin de compenser les dépenses énormes qu'elle exige, et il convient de ne jamais perdre de vue le principe fondamental de la sucrerie agricole, lequel repose principalement sur l'économie de l'installation et sur l'obtention d'un résultat maximum à l'aide d'un minimum de frais.

En présence de ces réflexions, il ne restait plus, évidemment, qu'une méthode à employer, celle de la lévigation, qui avait permis à Pelletan un épuisement satisfaisant à l'aide d'un instrument fort simple par lequel la main-d'œuvre était presque supprimée.

C'est à cette idée générale que nous avons cru devoir nous arrêter, en nous proposant toutefois d'apporter à la machine de Pelletan les modifications exigées par les circonstances.

On pouvait objecter, en effet, contre la construction de Pelletan, l'espèce de complication d'un lévigateur partagé en vingt-quatre cases et l'humidité excessive des pulpes, que l'on aurait été obligé d'assécher par une pression ultérieure. La machine si remarquable de cet inventeur ne pouvant servir que pour la pulpe, la division par la râpe se trouvait nettement indiquée, et les cossettes n'auraient pu séjourner dans cet instrument pendant un temps assez long pour en déterminer l'épuisement. Comme on se trouve placé dans cette alternative d'avoir à opter entre la division par la râpe et celle par le coupe-racines ou la hache-cannes, on devait, nécessairement, pourvoir à une extraction automatique aussi complète que possible dans cette double circonstance, et nous indiquons les phases par lesquelles notre étude a dû passer pour arriver au but proposé.

Extraction du jus des pulpes. — Après l'opération préliminaire du lavage, pour laquelle il n'existe ni deux procédés ni deux méthodes, les racines doivent être divisées par la râpe et il n'est pas nécessaire de revenir ici sur les conditions indispensables requises par ce mode de division. Cependant l'inconvénient des poussoirs frappe tous les esprits et il

semblait utile de supprimer ces organes qui exigent une dépense de force notable, précisément parce qu'ils sont mus dans le sens horizontal. Le dispositif de Klusemann (t. II, page 494) offrait des conditions pratiques très-réalisables, et permettait d'obtenir le contact de la matière avec l'instrument de division d'une manière continue sous la dépendance du mouvement général. C'est à cette forme que nous nous sommes arrêté, et la râpe représentée par la figure 28 donne l'idée de la construc-

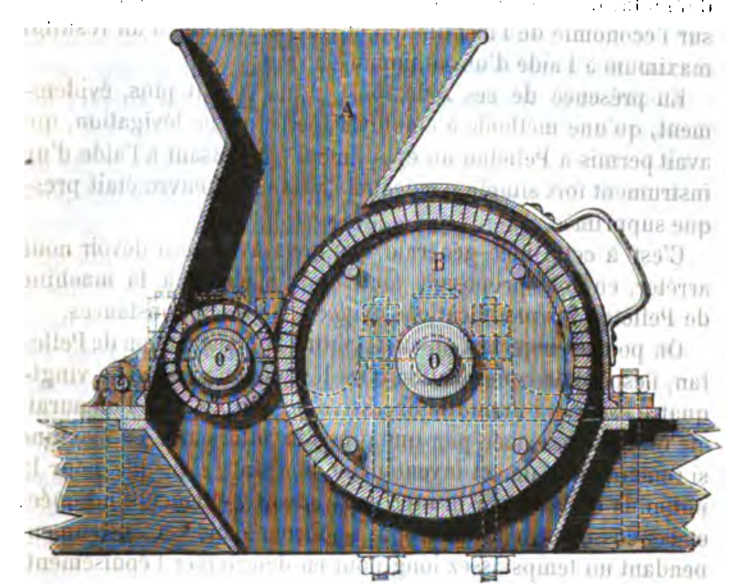


Fig. 28.

tion réalisée. Le tambour de la râpe n'offre pas de modifications importantes relativement aux instruments ordinaires de ce genre; mais sur le même plan, ou sur un plan un peu inférieur, se trouve établi un second tambour de plus petit diamètre animé d'un mouvement très-lent et portant sur sa périphérie des lames mousses faisant une saillie de 4 à [illegible] millimètres. Le rôle de ce tambour est de saisir la betterave à l'aide de ses lames et de la maintenir en pression contre la surface râpante. L'expérience a démontré que ce dispositif est à la fois le plus commode et le plus puissant de tous ceux qui ont été mis en usage et, pourvu que les racines soient introduites régulière

ment dans la trémie, cet appareil fournit un travail excellent, une division très-rapide, sans donner lieu à la production des *semelles* qui sont un des inconvénients de la plupart des râpes à poussoir. Au reste, l'ensemble des règles exposées relativement à la rasion de la matière est applicable à cet instrument qui ne présente pas de nouveauté et n'offre que des modifications de détail. Parmi ces modifications, la substitution des lames mousses aux dents épicycloïdes du tambour de Klusemann constitue une amélioration et une simplification, puisque ces lames peuvent être montées entre clavettes, exactement comme les lames dentées de la râpe, qu'on peut les remplacer à volonté, et en diminuer ou augmenter la saillie suivant les circonstances.

La division des racines obtenue, il s'agit d'extraire le jus de la pulpe, d'une manière continue, en dépensant le moins possible de main-d'œuvre. Or, pour atteindre ce résultat, il convenait de prêter une grande attention à ce fait bien connu que les pulpes remplies de jus normal sont d'autant plus rebelles à la pression que ce jus est plus dense et que, même par les procédés de lévigation, l'expulsion du liquide sucré par l'eau de lessivage se fait d'autant plus difficilement que la matière est moins pénétrable. Il en résulte la nécessité d'exprimer d'abord une certaine portion du jus par une pression préalable avant de soumettre la pulpe à la lévigation, afin de rendre la matière plus pénétrable, plus spongieuse et plus accessible à l'action endosmotique du liquide lévigateur. Cette nécessité théorique avait d'abord été écartée; mais, plus tard, on fut obligé de la mettre en pratique, et de disposer à la suite de la râpe une presse continue à rouleaux; la pulpe, tombant régulièrement sur la toile métallique de cette presse, abandonnait 50 à 60 parties de jus par l'action des cylindres, avant de tomber dans la partie inférieure du lévigateur. Cet organe n'est autre chose qu'un demi-cylindre métallique dans lequel une hélice entraînait la pulpe de la partie inclinée vers le sommet à la rencontre du liquide de lévigation et, sauf la division en cases, ce lévigateur est identique à celui de Pelletan. La pulpe met 8 à 10 minutes pour franchir la longueur de l'appareil, et elle arrive, lévigée, à l'extrémité de sortie où elle tombe sur la toile d'une presse analogue à la première, dont le rôle est d'enlever à cette pulpe le jus faible dont elle est im-

prégnée, et de le faire retourner vers la portion inférieure de l'hélice. La figure 29 représente une coupe de l'appareil primitif, composé de l'instrument de division, sans presse préparatoire, du lévigateur et de la presse d'épuisement, et la figure 30 en donne la projection horizontale.

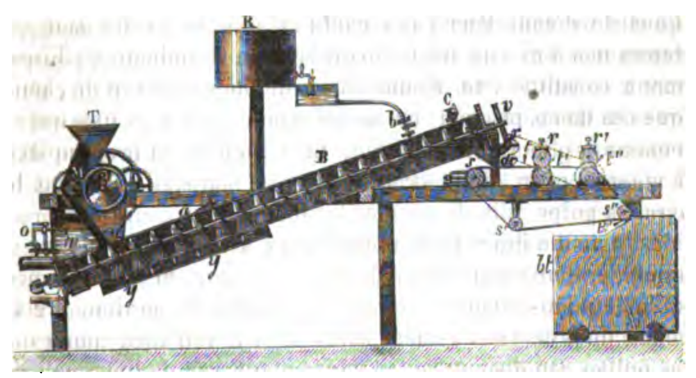


Fig. 29.

Les liquides rencontrés par la pulpe dans son trajet sont, d'abord, une infusion de matière astringente, projetée sur la pulpe au moment même où elle est produite par la râpe, puis le jus faible d'épuisement venant de la presse terminale et, enfin, un filet d'eau qui pénètre sur l'hélice vers la partie supérieure.

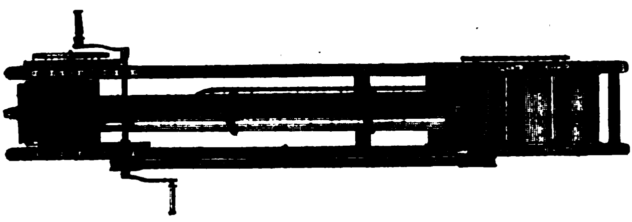


Fig. 30.

On voit que, dans cet appareil d'extraction, le principe fondamental de la macération et de la lévigation est dûment appliqué, puisque la matière va à la rencontre de liquides de plus en plus faibles, et les résultats obtenus ont démontré que l'on peut facilement obtenir pour 1 000 parties de betterave 1 000 kilogrammes de jus atténué représentant 90 à 92 pour 100 de

jus normal. Avant d'indiquer les objections qui se sont soulevées au sujet de cet appareil, à la suite desquelles il a été profondément modifié, nous devons dire quelques mots sur l'emploi de la solution astringente et la manière de la préparer.

Quelle que soit la matière tannante dont on veut se servir, il est indispensable qu'elle ne renferme aucun principe vénéneux, qu'elle ne contienne pas d'excès de gomme, ni des matières colorantes d'une nature particulière dont l'élimination pourrait être trop difficile. En France, on peut adopter le tan de chêne, ou celui du châtaignier, ou encore celui du pin martitime qui est beaucoup plus riche en tannin. Le but qu'on se propose dans l'adjonction du tannin étant de fixer les matières albuminoïdes dans la pulpe, afin de purifier les jus, de les rendre conservables et de diminuer la dose de chaux à employer, on conçoit que la proportion d'écorce varie suivant sa richesse en tannin, et suivant l'abondance des matières azotées. En moyenne, 2 kilogrammes de tan de chêne suffisent pour 100 kilogrammes de betterave. On dispose ce tan dans un appareil de lixiviation, et on le recouvre d'eau chaude provenant des condensations. Après une heure de contact, on soutire ce premier liquide et on le remplace par de nouvelle eau qui sert à épuiser la matière. Les liquides sont réunis, et on les envoie dans une bâche alimentaire R placée au-dessus de l'appareil extracteur, pour les diriger de là sur la pulpe, à mesure qu'elle est produite par la râpe. Ce liquide astringent marque ordinairement 0°,7 à 0°,8 au densimètre.

La quantité de liquide additionnel formé de la solution astringente et de l'eau d'épuisement est calculée de manière à ne pas dépasser 30 pour 100 du poids de la pulpe. La liqueur astringente est réglée à 12 pour 100 de ce poids et l'eau à 18, en sorte que l'on se trouve dans les mêmes conditions matérielles, sous ce rapport, que celles des fabriques ordinaires.

Ces divers points établis pour n'y plus revenir, il est nécessaire d'examiner de plus près l'appareil en lui-même et de rechercher quels peuvent en être les défauts et comment il a été utile de les corriger.

La principale objection qui s'est élevée dans notre esprit était relative à la presse employée. Cette presse était en réalité aussi imparfaite que toutes les presses à rouleaux et à toile continue, et elle présentait au moins deux inconvénients qui lui

étaient communs d'ailleurs avec les instruments de ce groupe : le premier consistant en ce que la pression préparatoire ne peut extraire qu'une partie du jus, il était indispensable de la compléter par une pression d'épuisement après la lévigation. Ce principe que nous avons posé le premier a été, du reste, adopté par la plupart des constructeurs de presses continues, lesquels, après avoir longtemps prétendu qu'une seule pression est suffisante, ont été forcés, pour la plupart, de pratiquer deux pressions avec une macération intermédiaire, ce qui est plus conforme aux exigences de la situation réelle. Cette partie du travail n'était donc pas à modifier, mais plutôt à régulariser. La seconde objection, beaucoup plus grave, reposait sur un défaut qu'on retrouve également dans toutes les presses à toile continue. Dans ces presses, pour peu que l'horizontalité absolue ne soit pas conservée, et que la couche de pulpe soit un peu plus épaisse d'un côté que de l'autre, la toile s'incline vers une des joues et elle est exposée à s'érailler ou même à se déchirer. Il arrive encore que les toiles se distendent sous l'influence du travail et que, au lieu d'être entraînées par les galets, elles glissent sur ces organes et ne fonctionnent plus d'une manière satisfaisante. De là il résulte des chômages et des arrêts forcés qui entraînent de grands inconvénients en fabrication.

Il fallait absolument remédier à cet état de choses et, dans le fait, les deux presses à rouleaux n'avaient été établies que provisoirement et en attendant une modification sérieuse. Les inconvénients des presses précédemment décrites et, en particulier, de celles dont on a fait le plus d'éloges, contraignaient à les rejeter absolument et, après mûr examen, nous ne vîmes la solution de la question que dans la presse Philippe (page 149, figure 16). Cependant cette presse elle-même est loin d'être complétement satisfaisante. A la vérité, la pression s'exerce méthodiquement et progressivement par voie de frottement, sous l'action rotative du tambour intérieur excentré, contre la paroi interne du tambour extérieur, ce qui exige une dépense beaucoup moindre de force, comparativement à la pression directe verticale ou latérale. D'un autre côté, les palettes amènent parfaitement la matière au point maximum de pression et l'action est très-régulière ; mais le jus pénétrant à l'intérieur du tambour excentré doit en être extrait par l'axe, à l'aide d'une pompe aspirante. Cette nécessité exige un organe supplémen-

taire et une dépense de force motrice qui en compense les avantages. Nous ne voulions pas faire passer les jus dans le tambour intérieur, pour éviter l'emploi d'une pompe, et pour ne pas avoir affaire à des liquides altérés par un séjour plus ou moins prolongé dans un milieu qu'il est difficile d'atteindre et de nettoyer. Après une longue étude et de nombreux tâtonnements, nous parvînmes à conjurer cette difficulté d'une manière complète par la disposition suivante (figure 31).

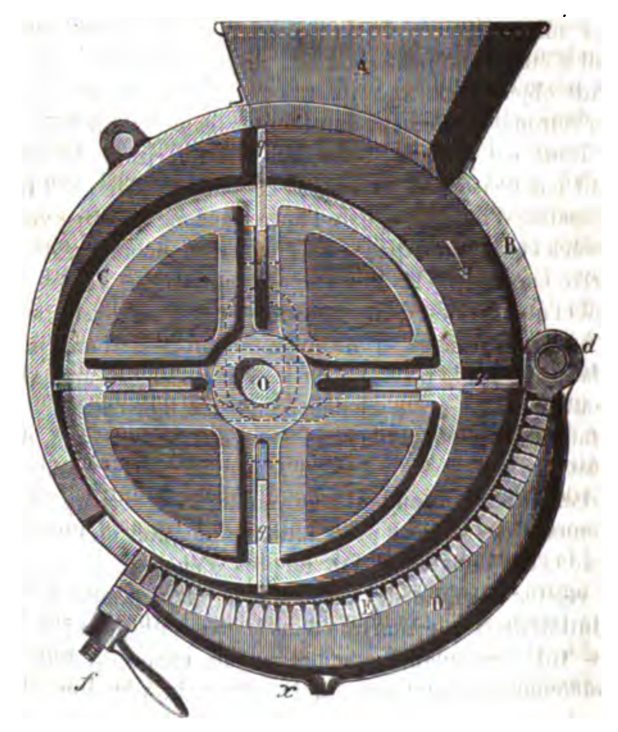


Fig. 31.

Le tambour intérieur C, venu à la fonte, fut conservé plein, sauf aux points d'ouverture nécessaires pour le passage des palettes *qq*, dont le nombre fut porté à 4, 6 ou 8 suivant les dimensions. Le contact de ces palettes mues par des glissières fut assuré à l'aide d'un ressort à boudin très-résistant, en sorte que, dans toutes les positions, toutes les palettes devaient faire frottement doux contre la paroi du cylindre extérieur, et partager

ainsi l'espace en un certain nombre de cases d'une profondeur décroissante. Ce point réglé, et afin d'assurer la sortie automatique des jus à l'extérieur, toute la portion du tambour enveloppant correspondant au point de pression fut remplacée par un segment de filtre-presse, venu également à la fonte, et ajusté à l'aide de charnières *d* très-résistantes, de façon à pouvoir augmenter ou diminuer la pression par le jeu de deux vis de rappel *ff*. La surface filtrante, représentée par une grille E recouverte d'une toile ordinaire et d'une toile métallique finement perforée, formait exactement à l'intérieur la continuation du tambour fixe, en sorte que l'action des palettes se continuait normalement sur cette surface. A mesure que la pulpe entre dans cette presse par la trémie de distribution au-dessous de la râpe, les palettes du tambour intérieur l'entraînent jusqu'au point de pression, où la matière est comprimée progressivement par action rotative dans un espace angulaire très-allongé, avant d'être expulsée dans la partie inférieure de l'hélice. Une presse semblable étant adaptée à l'autre extrémité du lévigateur, pour l'épuisement de la pulpe lévigée, on peut à volonté conserver dans les résidus plus ou moins d'humidité suivant les cas, et porter l'extraction au point d'épuisement que l'on juge convenable. C'est ainsi que dans une expérience de vérification, faite en présence des employés de la régie et contrôlée par eux, le rendement en jus normal a été de 82 pour 100, bien que la presse d'épuisement ne fût pas suffisamment serrée, puisque, par une pression terminale plus convenable, le rendement a atteint 92 pour 100.

La figure 32 représente une vue de la presse, dont elle fait voir la trémie A, le tambour B extérieur, l'arbre O, sur lequel est calée la roue dentée R, commandée par la vis sans fin V. Le mouvement ne doit pas dépasser un tour à un tour et demi par minute.

Cette presse est d'une solidité à toute épreuve, n'a pas besoin de réparations, et elle fonctionne automatiquement, sans jamais exposer à un chômage. Le jus, après avoir traversé la surface filtrante du plan de pression, tombe dans un caniveau *x* pour se rendre au réservoir ou au monte-jus. Le système d'extraction est donc représenté par un appareil unique composé d'une râpe avec tambour entraîneur substitué au poussoir, d'une presse préparatoire rotative à tambour intérieur excentré

et à sortie directe, d'un lévigateur analogue à celui de Pelletan et d'une presse d'épuisement semblable à la première pour les pulpes lévigées. Ici le but est absolument atteint, et la main-

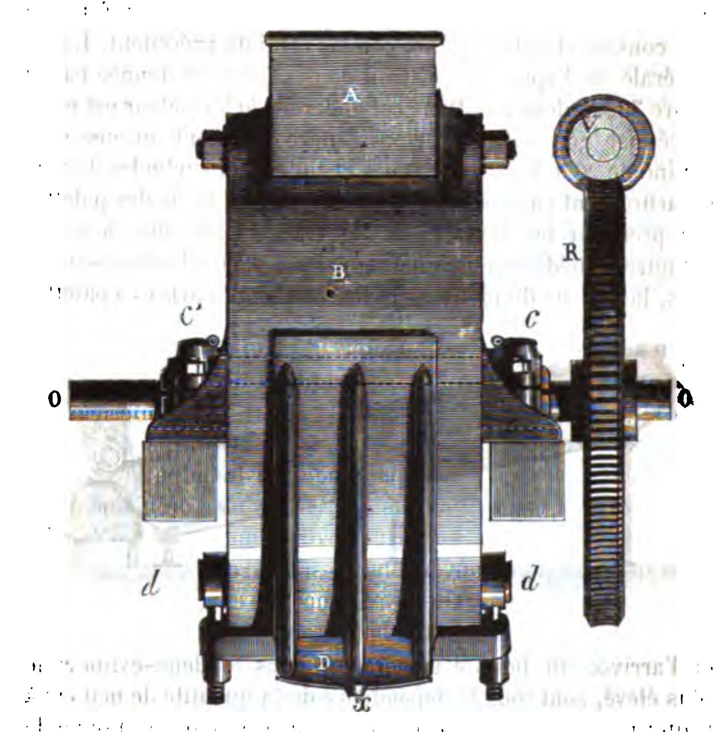


Fig. 32.

d'œuvre est supprimée à ce point qu'il suffit d'un seul homme pour l'alimentation de la trémie, et que les divers organes de la machine fonctionnent automatiquement sous la seule action de l'arbre moteur. Il serait même très-facile de supprimer l'intervention de l'ouvrier chargé d'introduire les racines dans la trémie, et de les faire arriver mécaniquement dans cet organe récepteur. Nous insistons sur ce point parce que l'extraction automatique du jus et, par conséquent, l'économie de cette phase du travail constitue un des points essentiels de la méthode au point de vue de l'outillage, et que personne encore n'avait donné une solution rationnelle à ce grave problème.

Extraction du jus des cossettes. — Comme il peut se faire que des fermiers préfèrent, pour les besoins de leur bétail, la division des racines en cossettes à la division en pulpe, il a dû être pourvu à cette hypothèse par la création d'un appareil de macération dont le fonctionnement fût à la fois continu et automatique, comme celui du précédent. L'idée générale de l'appareil construit dans ce but est donnée par la figure 33, ci-dessous. Dans cet appareil, le lévigateur est remplacé par une série de demi-cylindres formant un ensemble incliné de 20 à 25 degrés. Dans chaque demi-cylindre tourne un arbre dont l'axe est excentré, et cet arbre porte des palettes qui prennent les cossettes et les transportent dans le demi-cylindre immédiatement supérieur. La capacité des demi-cylindres, la lenteur du mouvement de rotation des arbres à palettes

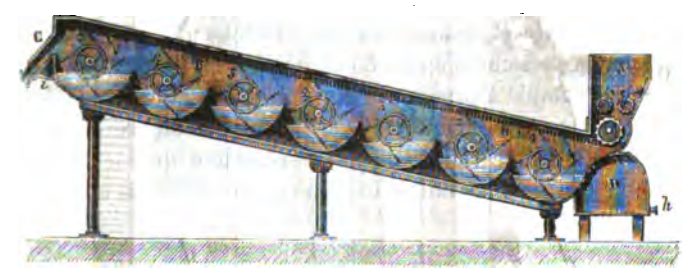


Fig. 33.

et l'arrivée du liquide macérateur dans le demi-cylindre le plus élevé, sont sous la dépendance de la quantité de matière à traiter par heure. Comme le liquide macérateur additionné de la proportion nécessaire de matière astringente arrive chaud (+ 80°) au contact des cossettes, que la température est maintenue à l'aide d'une double enveloppe dans laquelle on fait circuler de l'air chaud ou de la vapeur détendue, la macération s'opère assez rapidement, et il suffit d'une heure pour produire un épuisement convenable. Il est inutile d'ajouter que les cossettes vont à la rencontre du liquide faible, pendant que ce liquide se dirige, en s'enrichissant de plus en plus, vers les cossettes neuves, ce qui est la règle fondamentale de la macération. Si donc on suppose 8 demi-cylindres d'une capacité active pouvant renfermer 1,000 kilogrammes de cossettes, et en admettant que l'on ait à traiter 1,000 kilogrammes par

heure, le mouvement des arbres à palettes sera réglé de manière à obtenir un tour en 7 minutes 1/2. Il n'est pas besoin d'employer ici une pression préparatoire, mais il convient de faire arriver les pulpes macérées dans une presse d'épuisement, qui fasse retourner les jus faibles à la partie inférieure de l'instrument. L'addition d'eau est réglée comme il a été dit plus haut, et l'on conçoit que cet appareil échappe, d'une part, au reproche d'encombrement adressé aux cuviers macérateurs, que son action est à la fois continue et automatique et, d'autre part, qu'il ne nécessite de main-d'œuvre que pour le travail du coupe-racines par lequel la râpe est remplacée.

Nous préférons cependant, et après vérification, la division de la racine en pulpe et l'emploi de la lévigation avec pression double comme elle a été indiquée précédemment. Par ce mode, en effet, l'action est plus rapide, l'extraction aussi certaine, sinon davantage et, comme on peut assécher les pulpes à volonté par la pression d'épuisement, il ne semble pas qu'on ait un intérêt notable à préférer la division en cossettes. Ces observations n'ont pas pour but d'élever la moindre objection contre l'emploi du coupe-racines et ne représentent qu'une opinion personnelle; mais les faits d'expérience leur donnent une assez grande valeur.

II. — PURIFICATION DU JUS.

Dans la fabrication courante, la purification des jus se produit par la défécation, la saturation et la filtration sur noir. Il est clair pour tout le monde que, dans la fabrication en ferme, il convient de ne prendre aux errements modernes que les perfectionnements vrais et qu'il faut rejeter toutes les superfluités. Or, l'action du noir, dont nous ne contestons pas la valeur, lorsqu'on est placé dans certaines circonstances, ne conduirait qu'à une dépense considérable, à des tracas de tout genre, dont la pensée est inadmissible. Il n'est pas un homme de bon sens qui comprenne la sucrerie agricole proprement dite avec l'emploi du noir, surtout s'il considère que les premiers agriculteurs fabricants de sucre se passaient de cet agent dispendieux, et produisaient cependant de beaux et bons sucres. Les détails dans lesquels nous sommes entré sur la valeur et l'action du noir nous permettent de ne pas accumu-

ler ici les preuves et les démonstrations, et il reste bien entendu que la sucrerie de la ferme peut et doit se passer de noir. Sans remonter aux premières époques de la sucrerie, l'essai de M. Kessler à Brie-Comte-Robert, bien que malheureux sous d'autres rapports, a fait voir que l'on peut facilement produire du sucre en ferme sans employer cette substance, désagréable autant qu'inutile entre les mains du cultivateur. Nous avons donc supprimé totalement l'emploi de cet agent, pour revenir franchement et nettement aux données de la sucrerie primitive et de la chimie d'application.

En ce qui concerne la saturation, cette opération doit être considérée comme un des progrès les plus sensibles qui aient été introduits dans la fabrication, puisque l'action de l'acide carbonique a pour effet direct l'élimination de la chaux et, au moins, une décoloration partielle. Nous sommes donc partisan, même pour la ferme, de la pratique de Baruel, sous la réserve toutefois de quelques modifications de détail dont il sera question dans un instant. Mais, pour tous les pays européens et pour tous ceux où il est facile de se procurer du phosphate soluble de chaux, on doit compléter la purification des jus par la transformation des alcalis en phosphates inoffensifs, bien que les fabriques françaises n'aient pas encore adopté ce moyen remarquable ou qu'elles l'aient employé à contre-sens, soit suivant les données fausses de M. Kessler, soit suivant les indications intéressées des fabricants de produits chimiques et des vendeurs de phosphate d'ammoniaque. L'emploi du phosphate acide de chaux élimine l'action nuisible des alcalis et contribue, au moins aussi puissamment que le noir, à la décoloration, et la présence de la petite quantité de phosphates alcalins qui résultent de la réaction ne nuit en rien à la cristallisation du sucre, suivant les observations de Walkhoff et nos expériences personnelles.

Comme, d'autre part, l'emploi d'une infusion astringente a transformé en composés insolubles les matières albuminoïdes du jus, il s'ensuit que la proportion de chaux à introduire dans la défécation est de beaucoup diminuée, et qu'il suffit d'en porter la quantité à une dose telle que l'excès de tannin disparaisse entièrement sous la forme de tannate de chaux, et que les matières colorantes soient éliminées avec le composé calcaire. Voici donc comment nous opérons la purification du jus :

Le moût sucré est envoyé dans une chaudière hémisphérique à serpentin, de forme ordinaire, et portée à l'ébullition pendant quelques minutes, afin de compléter l'insolubilisation des produits albuminoïdes. La liqueur est alors dirigée, soit dans un décanteur, soit dans un débourbeur à action latérale, dont l'action est préférable à tous égards. Le jus, décanté ou débourbé par la filtration, tombe directement dans la chaudière à défécation, où sa température est relevée à + 90°. On y introduit alors 5 millièmes de chaux pesée vive et réduite en lait, on brasse et l'on élève la température au premier bouillon. Le jus chaulé est aussitôt envoyé dans un décanteur placé en contre-bas; la chaudière nettoyée sommairement reçoit de nouveaux jus destinés au chaulage et l'on recommence une nouvelle opération, dont le produit sera dirigé dans un second décanteur. Pendant que ce travail se fait, les jus de la défécation précédente se sont clarifiés, et ont été envoyés, par décantation, dans la chaudière de saturation où devront s'accomplir les opérations complémentaires de la purification. La portion trouble, ainsi que les dépôts de tannate insoluble du premier travail, est soumise à l'action d'un filtre-presse spécial, et les jus qui en proviennent sont réunis dans le travail aux liquides à saturer.

Le filtre-presse dont nous parlons, et qui a reçu le nom de filtre-presse bivalve, ne fournit à la fois que deux galettes pressées. Il est composé d'une pièce centrale fixe et de deux pièces latérales mobiles sur charnières, munies de vis de pression. Les détails relatifs à la garniture sont semblables à ceux des filtres-presses ordinaires. L'instrument est monté sur une table demi-circulaire, et la pièce centrale communique, par un tube à robinet, avec le tuyau de refoulement d'une petite pompe qui est adaptée au bac récepteur des troubles. Un petit bac est destiné à recevoir les liquides de pression et à les transmettre à leur destination. Lorsqu'on veut faire usage de l'appareil, il suffit, après avoir vérifié les garnitures et refermé les pièces latérales à joints étanches en caoutchouc, d'ouvrir le robinet du tube central et de mettre la pompe en mouvement. Les troubles refoulés dans les 2 espaces filtrants sous la pression produite par le jeu de la pompe abandonnent leur liquide qui s'écoule par des ajutages inférieurs, et la cessation de l'écoulement indique la fin de l'opération. On ferme le robinet d'arrivée après avoir arrêté le mouvement de la pompe, on desserre

les fermetures, on fait tomber les galettes et, après un nettoyage sommaire, l'instrument refermé de nouveau est prêt pour un nouveau travail. Chaque opération dure 10 minutes quand elle est bien conduite.

Les jus chaulés de toute provenance, arrivés dans la chaudière à saturer, qui porte un serpentin de calorification et un tube barboteur pour l'introduction du gaz acide carbonique, sont soumis à l'action de ce gaz tout aussitôt que le barboteur est couvert, et cette simple précaution suffit pour empêcher les mousses de devenir une cause de gêne et d'ennui.

On voit sans doute que, jusqu'à présent, la méthode ne diffère par aucun point essentiel de la fabrication ordinaire, sinon par la précaution de faire bouillir les jus avant le chaulage et par la diminution de la quantité de chaux employée. Or, il est nécessaire de pratiquer cette ébullition pour éviter le retour à l'état soluble des matières albuminoïdes combinées au tannin et tenues en suspension dans la liqueur. Sous l'action de la chaux il se formerait, en effet, du tannate de chaux et, une partie des matières azotées devenant libres, le but ne serait pas complétement atteint. Quant à la diminution dans la proportion de chaux, tout le monde admettra sans peine qu'on n'a besoin d'employer cet agent que jusqu'à concurrence du strict nécessaire, et que l'élimination du tannin et des autres matières séparables par la chaux constitue, avec la clarification du liquide, l'indice pratique de la quantité à employer.

Jusqu'ici donc, nous ne voyons dans la méthode aucune nouveauté proprement dite; nous n'y constatons rien qui n'ait été pratiqué, et l'emploi du tannin est justifié par l'expérience de tous les spécialistes qui se sont occupés sérieusement de l'industrie sucrière.

La production du gaz acide carbonique pourrait prêter matière à quelques objections de la part de personnes peu compétentes ou peu versées dans les opérations de la sucrerie, lesquelles pourraient être entraînées par les dires des chaudronniers à supposer la nécessité de grands engins de production. En fait, rien de tout cela n'est nécessaire, et il suffit d'un petit four en tôle forte, à foyer extérieur et à grille inclinée, garni à l'intérieur d'un cylindre en terre réfractaire, avec ouvertures de chargement et de déchargement, pour produire, et au delà, toute la quantité d'acide carbonique nécessaire, pourvu

que ce four puisse contenir une quantité de calcaire double de celle qui doit fournir la chaux des opérations journalières. Ainsi, pour un travail de 50,000 kilogrammes, la quantité de chaux nécessaire étant de 250 kilogrammes, il suffira que le four puisse contenir 500 kilogrammes de chaux ou environ 1,000 kilogrammes de calcaire. C'est dire que la capacité intérieure de ce four est grandement suffisante lorsqu'on la porte à un demi-mètre cube. A la suite du four, et en communication directe avec le sommet, au point d'émergence des gaz, se relie, par un ajutage à bride, un tube adducteur qui porte les gaz dans le serpentin d'un réfrigérent à eau, sous l'action d'un instrument d'aspiration et de refoulement. Cet instrument, qui peut être une pompe à piston métallique ordinaire ou à tiroir, ou même un simple soufflet à double effet, appelle l'air à travers le combustible incandescent du foyer et fait arriver les gaz produits dans le réfrigérent, pour les refouler ensuite dans un récipient laveur muni d'une soupape de sûreté pour la délimitation de la pression et d'un tube à robinet qui communique avec le barboteur.

Lorsque la pression est supérieure à celle qui correspond au poids de la soupape, le gaz s'échappe dans l'atmosphère et il n'y a pas lieu de se préoccuper d'une perte insignifiante, qui sera toujours très-largement compensée par les produits gazeux de la combustion.

Aussitôt que l'action du gaz a décomposé le sucrate calcaire en formant du carbonate de chaux et mettant le sucre en liberté, il convient d'opérer la transformation des alcalis en phosphates inoffensifs. Or, sous l'influence de l'acide carbonique, ces alcalis, qui étaient combinés au sucre sous forme de sucrates, se sont également décomposés, ont abandonné le sucre et sont devenus des carbonates alcalins. Il a été démontré, au cours de cet ouvrage, que, dans la concentration et sous l'action de la chaleur, les carbonates alcalins perdent leur acide carbonique en présence du sucre et repassent à l'état caustique. Il s'ensuit qu'ils se combinent de nouveau avec le sucre et que, s'ils ne sont pas fixés par un acide plus énergique que l'acide carbonique, on est exposé à tous les accidents qui résultent de leur présence dans les jus sucrés. Sans parler de la destruction d'une partie du sucre et de sa transformation en glucose, on doit signaler l'action particulière, déjà étudiée, des

alcalis sur le sucre incristallisable, par laquelle il se produit une coloration rouge brun intense, donnant lieu à des sucres de très-basse nuance, dont la coloration est assez facile à détruire. Cette réaction démontre, d'un autre côté, toute l'inutilité du noir, puisque, dans les sirops qui renferment du glucose, la présence des alcalis libres ou carbonatés et du sucre incristallisable suffit pour reproduire une coloration plus ou moins accusée, suivant la proportion du glucose, dans toutes les phases de la concentration, quelle qu'ait été la décoloration obtenue par le noir.

Il suit de là qu'il est indispensable, pour arriver à supprimer le noir sans toutefois produire des sucres trop colorés, de décomposer les carbonates alcalins par un acide fort, dont les combinaisons soient fixes, assez solubles pour passer dans les mélasses, et sans action nuisible sur la cristallisation. On obéit à cette indication d'une manière très-nette en introduisant dans les jus carbonatés une quantité d'acide phosphorique ou, plus économiquement, de phosphate acide de chaux, suffisante pour neutraliser complétement les alcalis et les transformer en phosphates. Cette transformation doit être effective et il ne s'agit pas d'opérer une neutralisation par à peu près. Ce serait alors employer le phosphate acide de chaux ou l'acide phosphorique suivant la marche grossière des Allemands, qui procèdent par tâtonnements dans l'emploi de ces agents, et ne peuvent, par conséquent, obtenir des résultats réguliers. Il faut que la quantité de phosphate acide employé soit suffisante pour que le papier bleu de tournesol, plongé dans la liqueur, passe au violacé, c'est-à-dire à la couleur vineuse de la violette de Parme. C'est ici le cas de répéter encore que la règle, en sucrerie, consiste à employer *trop* de tous les agents de purification jusqu'au dernier, qui doit être assez énergique pour détruire l'excès du précédent.

On prend donc du phosphate de chaux préparé dans la ferme suivant les règles que nous avons indiquées (t. II, page 380), ou bien on fait dissoudre dans l'eau chaude la partie soluble du superphosphate de chaux que le commerce vend à titre d'engrais et qui renferme 20 pour 100 de phosphate acide soluble. Cette liqueur acide est versée par fraction dans la chaudière lorsque la carbonatation est terminée, et l'on brasse chaque fois jusqu'à ce qu'on ait obtenu le point de saturation

qui vient d'être signalé. Comme dans cet état le jus est très-légèrement acidule et qu'il y aurait peut-être un certain danger d'altération si on le soumettait à l'ébullition sans avoir neutralisé l'excès d'acide, on se trouve en présence de deux cas. Ou bien on a agi exactement comme il a été dit tout à l'heure et l'on a versé le phosphate acide dans la chaudière même où s'est faite la saturation, ce que nous préférons à tous égards, ou bien on a décanté le liquide clair après la carbonatation et on l'a phosphaté en dehors de la présence du carbonate de chaux. Dans le premier cas, il n'est nullement nécessaire d'introduire un agent quelconque de neutralisation, puisque le carbonate de chaux précipité en fera parfaitement la fonction; dans le second, il suffira d'introduire par 1,000 litres de jus 2 ou 3 kilogrammes de craie pulvérisée, ou un peu de sucrate de chaux, et de brasser la masse pour que l'ébullition amène en peu d'instants la neutralisation complète.

On doit encore faire observer qu'il est très-facile, à l'aide de cette marche, de pousser la décoloration aussi loin qu'on le désire. En effet, au cours de la saturation, on peut très-bien ajouter 1 litre ou 2 de lait de chaux pour augmenter le précipité de carbonate et faire entraîner une plus grande proportion de matières colorantes. De même, on peut faire la même addition lors de l'emploi du phosphate acide, afin d'exagérer un peu le dépôt de phosphate insoluble et d'atteindre le même résultat. Il a été dit pourquoi le phosphate d'albumine présente des difficultés d'application, malgré la puissance de décoloration dont il jouit, et nous pensons que, par un usage rationnel de la chaux pendant la carbonatation et le phosphatage, on peut atteindre la dernière limite du blanchiment des jus.

Nous supposons donc que les jus chaulés, décantés, carbonatés, phosphatés, neutralisés, ont été soumis à l'ensemble régulier des opérations qui viennent d'être décrites et nous les portons, aussitôt après la neutralisation, à la température de l'ébullition, pendant quatre ou cinq minutes. Cette ébullition a pour but d'augmenter la densité des dépôts et d'en faciliter la précipitation en hâtant la clarification du liquide. Après une demi-heure de repos, on décante la partie claire, que l'on envoie, soit directement, soit à l'aide d'un bac intermédiaire, au réservoir alimentaire de la concentration.

Nous ne pouvons nous empêcher de faire observer encore

que, dans la portion de la méthode qui vient d'être décrite, il n'y a rien qui n'ait été pratiqué en grande industrie. Le chaulage, le débourbage ou la décantation, la carbonatation et le phosphatage même ont été et sont encore exécutés en fabrique, dans des conditions plus ou moins régulières, en sorte que notre travail s'est borné à coordonner les applications faites dans la grande industrie. Nous avons pensé et, croyons-nous, avec juste raison, qu'il ne convient point de présenter à l'agriculture de ces systèmes à fracas, dans lesquels tout est à contrôler, à vérifier et à voir, pour lesquels une longue pratique doit être appelée à donner sa sanction, et qu'il faut, au contraire, se borner à réunir, dans les phases diverses du travail, les procédés sur lesquels l'industrie a pu émettre un jugement favorable. C'est, à notre avis, le seul moyen d'éviter les erreurs graves qui sont toujours la conséquence des fantaisies et des procédés illusoires dont les réclames seules font l'éloge anticipé.

III. — CONCENTRATION DES JUS.

En la considérant au point de vue purement industriel et technologique, la concentration des jus réclamait, dans la méthode que nous décrivons, la continuité et l'automatisme, c'est-à-dire la réduction de la main-d'œuvre à ses dernières limites, dans des conditions analogues à celles de l'extraction du jus. Le problème requérait en outre la plus grande économie du combustible ou la meilleure utilisation du calorique. La première condition à exécuter, pour atteindre la simplification cherchée dans tout ce qui touche à la sucrerie agricole, consistait évidemment dans le rejet *à priori* de toutes les machines coûteuses, dites perfectionnées, qui ne peuvent avoir leur raison d'être que dans les grandes sucreries industrielles. L'appareil de Curaudau présentait une solution; mais cette solution ne pouvait être applicable qu'avec l'emploi du feu nu, et il n'était pas possible de songer aux appareils à effet multiple et à basse pression. Dans ces circonstances, il fut créé un appareil en colonne, représenté par la figure 34, et analogue, en beaucoup de points, à une colonne distillatoire de vastes dimensions. Cet appareil était composé d'un nombre suffisant de plateaux, à fond incliné du centre à la circonférence, pour

faciliter la vidange, et à cheminée centrale, destinée à l'expulsion des vapeurs. Le nombre et le diamètre des plateaux restaient

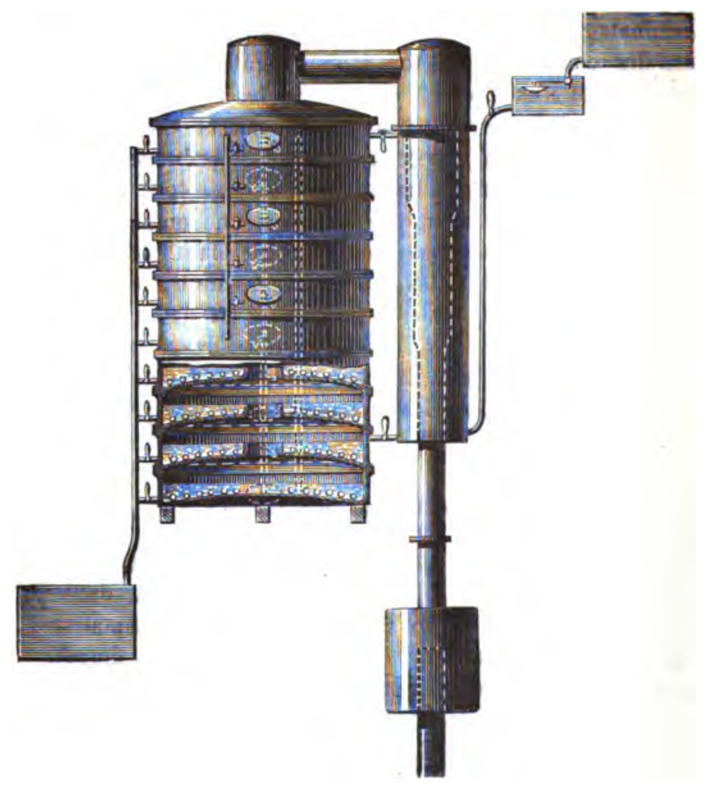


Fig. 34.

sous la dépendance du travail à obtenir, et les surfaces de chauffe étaient fournies par des serpentins (fig. 35), disposés à un centimètre du fond des plateaux, sur lesquels se renouvelait sans cesse une couche liquide de mince épaisseur. Des tubes de trop-plein syphoïdes, prenant au fond de la partie la plus déclive le liquide de chaque plateau, le reportaient vers le centre du plateau immédiatement inférieur. L'ensemble était recouvert par une calotte, surmontée d'un dôme ou d'une lanterne, par laquelle s'échappaient les vapeurs qui se rendaient dans un condenseur analogue à celui des appareils de basse pression. Le but de ce condenseur était de fournir aux

générateurs de l'eau exempte de sels minéraux et de matières incrustantes, en même temps que d'utiliser à nouveau une certaine portion de calorique transmis.

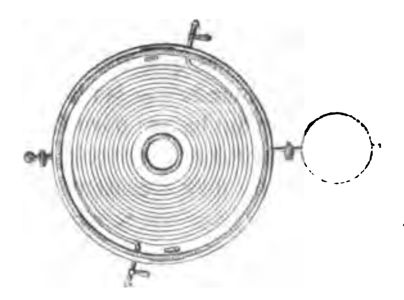


Fig. 35.

Ainsi construit, cet appareil présentait de très-bonnes conditions pratiques; mais on eut le tort d'établir des plateaux d'une hauteur trop faible qui ne permirent pas de donner au trou d'homme un diamètre suffisant pour faciliter le nettoyage. D'autre part, par des raisons d'économie, ces plateaux furent construits en fonte, et la mauvaise qualité de la matière amena en quelques jours la rupture de plusieurs compartiments, en sorte que l'instrument, dont le fonctionnement eût été parfait, se trouva hors d'usage en peu de temps. La conclusion logique à tirer de ce fait conduit à établir les plateaux en tôle ou en cuivre, à donner aux fonds une inclinaison plus prononcée du centre à la circonférence, et à élever les hauteurs, de manière à pouvoir établir des ouvertures de nettoyage d'un diamètre convenable.

Un des grands avantages de cet instrument consiste en ce que, la condensation des vapeurs dans le condenseur s'effectuant par les jus à évaporer, cet organe fait la fonction du chauffe-vin dans les appareils à distiller, et permet d'économiser une grande quantité de chaleur qui serait presque entièrement perdue sans cette précaution.

Nous avons remarqué également à la pratique que chaque plateau de cet appareil devrait être pourvu de lunettes d'observation, pour qu'on pût observer à volonté ce qui se passe dans l'intérieur.

Comme le lecteur peut s'en rendre facilement compte, rien

ne serait aussi facile que d'adapter à la suite du condenseur une pompe destinée à faire le vide dans l'appareil et de constituer ainsi l'instrument de vaporisation le plus puissant qui existe, en ce sens que, le travail s'opérant sur minces épaisseurs et sur vastes surfaces, à basse température, on peut obtenir la concentration continue de telles quantités de liquide que l'on aurait à traiter. Il est bien entendu que le réservoir alimentaire de la concentration, renfermant les jus purifiés, doit être placé en contre-haut du concentrateur, pour qu'il puisse fournir à l'appareil, par l'intermédiaire du condenseur, toute la quantité de liquide correspondant à la surface de chauffe.

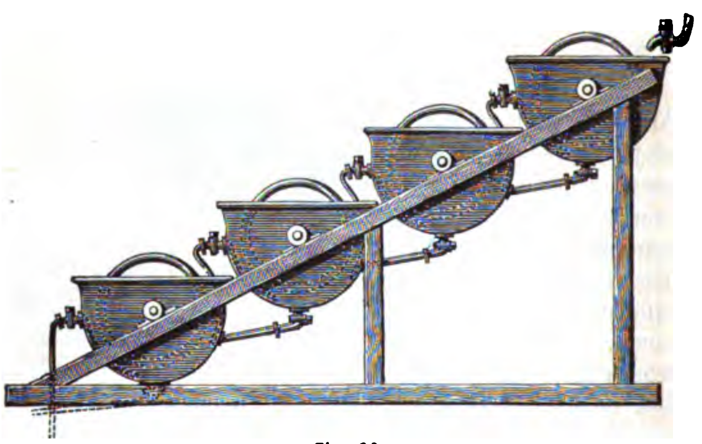


Fig. 36.

Quoi qu'il en soit, en présence de l'accident survenu par suite d'une construction défectueuse, le concentrateur à surfaces indéfinies fut momentanément rejeté et remplacé par le système représenté par les figures 36 et 37. Cet instrument consiste en une série de 4 ou 5 demi-cylindres en cuivre, disposés en gradins, comme l'indique la figure, et dans chacun desquels se meut un serpentin rempli de vapeur, dont la surface de chauffe est très-facile à calculer. Le liquide arrive du réservoir par le vase supérieur; les serpentins sont mis en mouvement, et aussitôt que, dans le vase supérieur, le jus couvre le serpentin, on y introduit la vapeur. On agit de même pour les autres vases, à mesure que le jus déjà concentré y parvient, par le trop-plein syphoïde du vase précédent. Les serpentins font de 20 à 25 tours

par minute, et leur extrémité de sortie communique avec un gros tube de retour destiné au transport des condensations. Du jus à 3°,5 B parvient aisément à la densité de 27° à 28° par le simple passage dans l'appareil, et la concentration, d'une continuité très-réelle, n'exige absolument aucune main-d'œuvre pendant le travail, pourvu que, au début, on ait réglé une fois pour toutes l'arrivée du liquide par le robinet d'alimentation.



Fig. 37.

Au fond, cet appareil n'est autre chose que la chaudière de Wetzell modifiée, et le fonctionnement en a toujours été très-satisfaisant.

Ce dernier instrument, comportant le dégagement des vapeurs à l'air libre, est moins économique que le précédent, puisque, par son adoption, il est impossible de chauffer les jus à concentrer à l'aide des chaleurs perdues. Tout ce qu'on peut lui demander, sous le rapport de l'économie, consiste dans le retour des condensations au générateur, et dans l'alimentation par l'eau chaude qui en est la conséquence. Nous ferons observer cependant que, comparativement aux instruments habituels, cet engin transmet une quantité de calorique notablement plus grande par chaque unité de surface, puisque la vaporisation de l'eau se fait par couches sans épaisseur, sur la portion des serpentins qui se trouve momentanément hors du liquide.

Il reste évident pour tous les observateurs que cette circonstance permet seulement de diminuer la surface de chauffe ou le temps du travail, mais qu'elle n'apporte pas de diminution dans la dépense en combustible.

Malgré la valeur de ces observations, cet instrument a paru obtenir plus de faveur auprès des personnes qui en ont exa-

miné l'action, et la commodité du nettoyage, la facilité avec laquelle on suit l'opération qui se fait entièrement à l'air libre, nous a porté à le construire d'une manière habituelle.

Au lieu de donner aux vases d'évaporation la forme demi-cylindrique, et d'employer les serpentins mobiles comme dans la Wetzell, on peut encore, tout en suivant les mêmes principes, établir des vases à fond presque plat ou légèrement incliné, se commandant et s'alimentant d'une manière continue, dans lesquels la calorification a lieu par des serpentins qui demeurent fixes pendant le travail, et qu'on peut relever pour le nettoyage après l'opération. Les explications qui précèdent permettent de ne pas insister sur ces points, qui sont facilement compréhensibles pour tous les industriels et pour tous les constructeurs.

De ce qui précède il résulte que, au point de vue de la concentration, la méthode possède un outillage qui permet de concentrer à 28° B, ou d'amener à 50 pour 100 de richesse, d'une manière continue et absolument automatique, tous les jus produits à mesure qu'ils ont été soumis à la purification. Nous verrons plus loin les conséquences pratiques de cette idée; mais nous devons faire observer d'abord que, dans aucun cas, on n'est obligé de faire séjourner aucune portion notable des jus purifiés, ce qui est un des grands inconvénients de la fabrication industrielle, même perfectionnée. L'agriculteur échappe donc, par les différentes mesures qui ont été décrites jusqu'ici, aux divers obstacles de fabrication qui gênent le travail ordinaire de la sucrerie et, tout en se rapprochant de la fabrication courante par la similitude des opérations et du travail, il atteint plus aisément le résultat, en simplifiant énormément son labeur, et en diminuant considérablement les frais de main-d'œuvre.

Filtration des sirops. — L'emploi du noir d'os se trouvant écarté en principe, il est clair que, dans la purification des jus, on a dû suppléer à l'action apparente de cette matière par un travail chimique plus parfait, dont les diverses phases ont été exposées; mais, lorsque les liquides sont parvenus à ce point de concentration correspondant à une richesse de 50 pour 100, une foule de substances qui avaient échappé aux agents de précipitation cessent d'être solubles dans la liqueur

sirupeuse. Ces matières, se trouvant en suspension, donnent au sirop faible une certaine apparence louche, qui augmenterait évidemment jusqu'à la cuite, donnerait aux masses quelque chose de désagréable et introduirait dans les produits des éléments d'impureté. Il est donc urgent d'éliminer ces matières par une filtration mécanique ou par un débourbage, si l'on veut obtenir des masses cuites limpides, et produire des sucres de haute qualité. Pour cela, on se sert du filtre latéral que nous avons décrit (t. II, page 225), ou d'un appareil débourbeur plus simple, plus facile à surveiller et à nettoyer, construit cependant sur les mêmes bases. Ce débourbeur consiste en un bac affectant la forme d'un carré long à angles arrondis, d'une capacité proportionnelle à la quantité de sirop à filtrer. A chaque extrémité, et à 5 ou 10 centimètres de distance, s'élève une cloison perforée, fixée, de manière à être étanche aux joints, contre le fond et les parois latérales, à l'aide de cornières. Deux autres cloisons semblables partagent l'espace restant en 3 parties à peu près égales. De cette disposition il résulte que le bac présente un espace médian entre deux cloisons perforées, de même largeur que le précédent, et deux espaces terminaux de petite largeur. Il suffira de garnir les deux espaces intermédiaires avec une matière filtrante inerte entre deux toiles ou canevas, pour constituer, de chaque côté, un milieu de filtration à travers lequel passeront latéralement les liquides amenés dans l'espace médian. Un ajutage adapté au fond de chaque case terminale conduit les liquides filtrés par un tube collecteur, au réservoir alimentaire de la cuite.

On comprend que cet appareil soit à l'abri des ennuis causés par les filtres ordinaires, puisque la filtration s'y opère latéralement, à travers des masses filtrantes verticales, et que les matières suspendues sont forcées de se déposer au fond de la case moyenne. Il suffit donc d'un trou d'homme adapté au fond et en arrière de l'espace médian pour pouvoir nettoyer à volonté cet espace et restituer au débourbeur toute son activité, sans qu'il soit nécessaire de le démonter.

IV. — CUITE, CRISTALLISATION ET PURGE.

Les sirops à 50 pour 100 de richesse, filtrés, étant arrivés dans le réservoir alimentaire de la cuite, on les en extrait par

un simple tube à robinet, au fur et à mesure des besoins, pour en parachever la concentration, c'est-à-dire pour en faire la cuite. Nous n'avons rien de particulier à noter sur cette opération qui se pratique comme elle se fait dans toutes les fabriques où le travail a lieu à l'air libre, et l'on peut employer indistinctement pour cela telle chaudière que l'on juge le plus convenable, comme la Wetzell, la chaudière Dubrunfaut, la chaudière de Pecqueur, etc. La seule condition à laquelle il convienne de prêter attention consiste dans la nécessité d'avoir une surface de chauffe suffisante pour opérer promptement la cuite des premiers jets et permettre la reprise des sirops d'égout qui doivent être traités au jour le jour, sans exception.

La cuite se fait au filet, lorsque les racines sont de bonne qualité; mais, à notre sens, il est préférable de la serrer davantage, et de conduire le produit à 10 pour 100 d'eau seulement ou vers 44° B de densité, dans le but d'obtenir une cristallisation plus abondante du premier jet. Ce résultat est d'ailleurs infaillible, pourvu que l'empli soit maintenu d'une manière très-nette à la température de + 35° et, dans ce cas, les cristaux se forment dans un espace de temps variable de 12 heures à 3 jours, suivant la qualité de la matière première; ils sont secs, nerveux, de bonne grosseur et de couleur satisfaisante.

Comme dans la sucrerie ordinaire, la masse cuite cristallisée est purgée à la turbine, après que les agglomérations ont été détruites par le mélange avec le sirop d'égout et le passage au mélangeur. De même encore, on produit la recuite des sirops d'égout qui proviennent du turbinage des premiers jets, exactement comme on le fait en fabrique, on soumet ces produits secondaires à la cristallisation dans les conditions qui ont été décrites, et les sirops d'égout de deuxième jet sont envoyés à la distillation. Notre opinion, dûment motivée par l'expérience des faits, et dont il a été déjà dit quelques mots, est entièrement opposée à la fabrication de troisièmes produits en ferme dans le traitement de la betterave. La quantité de bacs ou de cristallisoirs nécessaires pour ce travail, le temps considérable exigé par la cristallisation, l'encombrement qui en résulte, ne sont nullement compensés par le produit très-faible en sucre que fournissent les bons sirops, et nous croyons fermement que la première règle économique à suivre à cet égard consiste à liquider la situation au fur et à mesure, sans jamais se laisser encom-

brer par des masses de bas produits. Ceci est d'autant plus exact, que le matériel de la méthode comporte un instrument de distillation, destiné au traitement des mélasses ou des sirops de deuxième égout et que, malgré la moindre valeur relative du produit alcool, la différence est insignifiante, si on la compare aux inconvénients causés par la reprise des sirops de second jet.

Résumé de la méthode. — Nous venons d'exposer au lecteur la manière dont nous comprenons le travail de la sucrerie en ferme, et nous croyons avoir fait voir que, sauf pour quelques améliorations de détail, il n'existe aucune différence entre ce que nous conseillons et ce qui a été pratiqué pendant de longues années par la fabrication industrielle. Ce serait donc à tort que les agriculteurs se laisseraient détourner de leur but par de vaines allégations, comme celles qui ont été produites par des gens intéressés à maintenir le *statu quo* en sucrerie; et si, par hasard, l'agriculteur ne voulait point adopter l'emploi de notre extracteur, s'il ne lui convenait point de suivre la marche que nous avons décrite pour la concentration, s'il voulait rejeter le phosphatage et l'emploi du tannin, ces circonstances ne devraient en rien modifier sa détermination, ni l'empêcher d'organiser dans sa ferme une sucrerie agricole. En effet, dans tout ce qui vient d'être dit, il n'y a pas une action qui s'écarte des règles suivies en industrie sucrière. Comme tout le monde, nous lavons et nettoyons la matière première, et nous la réduisons en pulpe par la râpe; nous soumettons cette pulpe à une pression double, avec lévigation intermédiaire, ce qui revient au procédé de Walkhoff, et ce qui est pratiqué par la plupart de ceux qui se servent des presses continues. La seule différence qui se présente ici à l'observation consiste en ce que la division de la matière, la double pression et la lévigation de la pulpe se font automatiquement et sans main-d'œuvre dans un seul appareil, et nous pensons que les règles les plus élémentaires du bon sens conduisent à adopter cette disposition, même à production de jus égale. A plus forte raison doit-il en être ainsi, s'il est démontré que le rendement en jus est supérieur. Nous ajoutons, il est vrai, une certaine proportion de tannin sur la pulpe, et nous en avons indiqué les motifs, qui sont admis par tous les spécialistes compétents. Mais rien ne force, d'une manière absolue, à adopter cette mo-

dification, rien n'empêche de la rejeter après l'avoir adoptée, si l'on n'y trouve pas les avantages indiqués. On en est quitte pour augmenter la dose de chaux à la défécation et trouver dans les masses cuites un peu plus de matières azotées qui diminuent le rendement cristallin. Même dans ce cas, on est encore dans les mêmes conditions que la fabrication ordinaire. L'échauffement du jus avant la défécation et la séparation par repos ou débourbage des tannates albuminoïdes sont la conséquence de l'emploi du tannin, et ne présentent aucune importance. Cette marche n'est à exécuter que si l'on se sert de tannin, et si l'on supprime l'un, on n'a pas besoin de l'autre. La défécation proprement dite et la saturation se font absolument comme dans la sucrerie ordinaire, sous cette réserve que l'emploi du tannin nous permet de diminuer la quantité de chaux et que nous produisons l'acide carbonique et la chaux à moins de frais. La transformation des alcalis en phosphates, brevetée par Pitay en 1842, conseillée par M. Péligot et par nous-même, reconnue par Walkhoff et les spécialistes allemands comme une des meilleures mesures à prendre, enfin, pratiquée dans nombre d'établissements d'Allemagne, ne présente non plus rien d'anormal ou d'inusité. La concentration continue se fait en sucrerie de cannes et à feu nu par les plateaux de Fryer, et il est évident qu'elle doit être beaucoup plus avantageuse encore par l'emploi de la vapeur.

Nous supprimons le noir, mais la question a été jugée dans maintes circonstances, et la sucrerie agricole serait tout simplement impossible, si l'on voulait s'en servir. Le débourbage des sirops, par lequel nous remplaçons la filtration décolorante, a été pratiqué par toute l'ancienne sucrerie, et nous faisons la cuite, la cristallisation et la purge comme on les pratique partout.

Ce serait donc à tort que l'on voudrait insinuer que nous présentons une nouvelle méthode. Il n'en existe pas en sucrerie, et tout ce à quoi il convient de se borner repose sur des améliorations de détail dans les procédés ou l'outillage et dans l'adoption de mesures destinées à diminuer les frais, tout en améliorant le rendement. C'est là tout ce que nous avons cherché à accomplir, et les esprits impartiaux reconnaîtront que notre rôle s'est borné strictement à choisir, parmi les procédés et les méthodes du domaine public, ce qui nous a paru le plus

simple et le mieux approprié aux exigences particulières de la sucrerie culturale. Nous n'aurions même touché à aucune partie de l'outillage connu, si nous n'avions été pénétré de la nécessité de diminuer la main-d'œuvre, que les circonstances modernes rendent particulièrement onéreuse.

C'est donc avec une entière confiance que nous recommandons aux agriculteurs l'ensemble et les détails de la méthode qui vient d'être décrite, et nous avons la certitude de ce fait, que, par son adoption ou par celle d'un système aussi simple, coordonné à l'aide des éléments du bien commun, il est toujours facile au producteur agricole d'extraire le sucre de ses racines, avec plus d'avantages que n'en peut offrir la sucrerie industrielle.

V. — APPLICATION DE LA MÉTHODE A LA SUCRERIE EXOTIQUE.

L'ensemble de cette méthode convient parfaitement au traitement de la canne à sucre et de toutes les graminées saccharifères. Elle fournit des résultats auxquels n'ont jamais pu atteindre les organisations coûteuses des chaudronniers à la mode, ni les prétendues méthodes perfectionnées que l'on a cherché à introduire dans les pays producteurs de canne. On a vu, en effet, que le maximum de vesou obtenu par les usines Cail est de 65 pour 100 du poids de la canne à sucre, tandis que cette matière saccharifère contient 90 pour 100 de vesou. Cette perte énorme ne devrait pas exister en présence d'organisations dont le prix s'élève le plus souvent au-dessus d'un million de francs; mais elle dépend essentiellement de l'imperfection constatée dans l'extraction du jus et de l'emploi des lamineurs, que les chaudronniers ont le plus grand intérêt à conserver. Il est très-aisé d'obtenir 86 de jus normal au moins pour 100 parties de cannes en employant le mode d'extraction et l'appareil décrit plus haut, et cette différence conduit à un résultat sucre auquel les prévisions des constructeurs n'ont jamais pu les faire parvenir.

On peut compter sur une production moyenne de 12 à 14 pour 100 de sucre avec des cannes à 18 pour 100 de richesse, pourvu que l'on se place dans des conditions régulières. Or, ce résultat peut être atteint déjà par la macération ordinaire, en agissant sur des cossettes de canne par les systèmes connus.

Le travail est bien plus rapide et suivi d'effets beaucoup plus nets, lorsque la canne, plus divisée, est amenée à l'état de pulpe que l'on soumet à une pression préparatoire, puis à la lévigation et à la pression d'épuisement. On comprend que, dans ce but, il est nécessaire de modifier l'organe diviseur de l'extracteur, puisque la râpe ne peut agir convenablement sur la canne, et que les cossettes demandent un temps de macération plus considérable que celui qui résulte du travail de la lévigation. L'organe de division a donc été modifié de manière à fournir une véritable pulpe, susceptible de pression préparatoire et pouvant devenir facilement perméable aux liquides lévigateurs. Pour cela, à la place de la râpe, nous établissons un hache-cannes, à lames très-fortes, taillées en bisaiguë, pour éviter l'inconvénient qui résulte des lames minces ordinaires. La dureté des nœuds et de la portion ligneuse des tiges ébrèche fort souvent les lames ordinaires et en détermine parfois la rupture, ce qui nécessite un remplacement fréquent. Cet obstacle disparaît avec la forme adoptée pour les lames, mais, surtout, la disposition fortement inclinée du plan d'alimentation contribue puissamment à l'annihiler. Ce plan est incliné sous un angle de 45°, en sorte que les cossettes sont produites par une division oblique de la canne, présentant la même inclinaison sur l'axe de la tige. Or, chacun sait que, s'il est très-difficile de diviser les tiges ligneuses ou demi-ligneuses par une section perpendiculaire à l'axe, la division devient au contraire très-facile, à mesure qu'on l'exécute suivant un plan plus oblique à ce même axe; il n'est pas un bûcheron qui ne mette cette règle en pratique, soit avec la hache, soit avec la serpe ou tout autre instrument analogue, et l'on n'en verra pas un seul qui frappe la branche à diviser suivant la perpendiculaire. Il est donc bien clair que des lames épaisses, taillées en biseau, et agissant à 45° sur l'axe, sépareront les cossettes avec une grande facilité sans courir le risque de s'ébrécher à chaque instant. L'expérience nous a démontré que le résultat s'obtient aisément, même sur des cannes à demi sèches, beaucoup plus dures par conséquent et plus difficiles à diviser que les cannes fraîches.

D'autre part, il a été noté, à propos du système Philippe, que la pression sur les cossettes ne peut avoir que des résultats très-incomplets, bien qu'ils soient supérieurs à ceux que donne

la pression sur la canne entière. La lévigation même ne peut donner tous les résultats qu'on est en droit d'en attendre, malgré la pénétrabilité de la canne à sucre, par la raison fort simple que la durée de l'opération est nécessairement trop restreinte pour permettre une imbibition complète et un travail endosmotique sérieux. On ne peut compter sur un bon travail qu'à la condition de diviser la matière d'une façon plus complète. Au-dessous du hache-cannes, nous avons disposé deux cylindres triturateurs, l'un à surface unie et l'autre à surface cannelée, et les cossettes produites par le hache-cannes sont obligées de passer entre ces deux cylindres et d'y être réduites en une pulpe grossière, analogue au tan des tanneurs. Cette pulpe tombe de là normalement dans la presse préparatoire, qui en extrait la partie la plus considérable du vesou et fait passer le résidu dans le cylindre lévigateur. L'extrême division de la matière la rend très-poreuse et perméable aux liquides lévigateurs, en sorte que, en quelques minutes, cette matière s'est pénétrée à la façon d'une éponge, et l'action de la presse d'épuisement suffit pour en extraire le reste du jus, sous une densité un peu moindre que celle du jus normal. Comme ce jus se réunit au vesou normal de la première pression, le produit atténué, représentant 82 à 86 du jus normal et même davantage, suivant la réglementation de la presse d'épuisement, n'offre qu'une différence insignifiante avec le vesou ordinaire, et la proportion d'eau de lévigation est réglée dans les conditions indiquées plus haut.

L'appareil extracteur, pour la canne, au lieu d'être composé d'une râpe, d'une presse initiale, d'un lévigateur et d'une presse d'épuisement réunis systématiquement sous l'empire d'un même moteur, présente donc les organes suivants pour la canne : un hache-cannes, des cylindres triturateurs, une presse préparatoire, un lévigateur et une presse terminale, formant également un système d'ensemble et constituant un seul appareil.

Il est inutile d'ajouter que la main-d'œuvre se trouve réduite dans les mêmes proportions que pour la betterave, et qu'il suffit d'un seul homme à la trémie d'alimentation pour diriger convenablement toute l'opération.

L'action du tannin est également prévue et ce ne sont pas les matières astringentes qui font défaut dans les contrées tro-

picales. Nous ajouterons cependant que le but à atteindre est moins la séparation des matières azotées, dont la quantité est très-faible dans la canne, que la conservabilité du vesou, si difficile à obtenir dans les pays chauds. Par l'action du tannin, le ferment globulaire du vesou est frappé d'impuissance; les matières albuminoïdes nécessaires à son développement passent à l'état de combinaison tannique, et nous avons pu conserver pendant 8 jours, sans aucune trace d'altération et à une température de + 40°, des jus de canne ainsi préparés.

Si cependant il devenait difficile d'avoir sous la main une matière astringente convenable, on obtiendrait le même résultat en faisant arriver sur les cossettes, entre le hache-cannes et le triturateur, un lait de chaux faible, ou mieux une solution de sucrate de chaux préparée avec les sirops d'égout de premier ou de second jet. Pour faire cette préparation, on étend le sirop à 10° B et l'on ajoute à froid un centième de chaux délayée en lait et passée au tamis. Cette liqueur suffit parfaitement pour donner au vesou une conservabilité convenable pendant 24 heures au moins, et son emploi permet de supprimer l'ébullition préparatoire à la défécation, puisque, dans ce cas, on n'a pas à éliminer le tannate d'albumine.

La défécation du vesou se fait suivant les règles ordinaires et conformément à la méthode tracée. Il convient de faire observer que la proportion de chaux à employer est plus faible que pour les jus de betterave et qu'un dosage à 2 millièmes est très-suffisant. La décantation, le débourbage et la saturation ne présentent aucune différence avec ce qui a été dit.

Quant au phosphatage, malgré son utilité incontestable, il peut devenir assez difficile de le pratiquer en sucrerie exotique, où l'on est le plus souvent trop éloigné des fabriques de produits chimiques, et où l'on ne pourrait se procurer aisément l'acide sulfurique nécessaire au traitement du phosphate des os. On sera donc contraint, dans la plupart des cas, au moins pendant un certain temps encore, de borner le travail de la purification à la saturation; mais, comme il est toujours avantageux, pour la suite des opérations, de transformer les alcalis en sels inoffensifs, même lorsqu'ils n'existent qu'en petite quantité, on pourra suppléer au manque de phosphate par l'action de l'acide acétique faible ou du vinaigre, qu'il est très-aisé de préparer par la fermentation acétique du vin de guildive.

On introduira donc dans les vesous saturés la petite quantité de vinaigre nécessaire pour atteindre la neutralisation, pour laquelle on ne dépassera pas la teinte violette de Parme, accusée par le papier bleu de tournesol.

Il se formera dans cette réaction quelque peu d'acétates alcalins et d'acétate de chaux qui resteront dans les mélasses, en raison de leur extrême solubilité, et l'action des alcalis sera paralysée au point de vue de la coloration ultérieure. Ajoutons que ces détails ne sont que d'une importance très-relative dans le traitement du vesou, puisque ce liquide est naturellement peu coloré et que, par un travail très-ordinaire, on peut en obtenir du sucre de haute nuance. Si cependant on tenait à une décoloration excessive des sirops, on devrait de préférence recourir à l'emploi de la solution de superphosphate, comme il a été dit plus haut. Le reste du traitement du vesou ne comporte aucune différence dans l'exécution, et la concentration, la filtration, la cuite, la cristallisation et la purge se font exactement comme il a été exposé. Nous ne ferons plus qu'une observation relativement à l'application de cette méthode au traitement des vesous, et cette observation est relative à la reprise des sirops d'égout de second jet, qui doit être faite en sucrerie exotique, les troisièmes jets fournissant, par une cristallisation au moins aussi prompte que celle des seconds jets de betterave, une quantité de sucre notable. On fera donc concentrer en reprise les sirops de deuxième égout, pour en obtenir une troisième masse, qu'on soumettra à la cristallisation, suivant les règles ordinaires.

La différence de rendement est telle dans les conditions signalées, que l'on peut obtenir, comme il a été dit, 14 de sucre pour 100 avec des cannes de bonne qualité à 18 pour 100 de richesse, et comme le plus beau rendement des usines centrales n'a pas dépassé 9,50 pour 100, on peut apprécier le résultat définitif d'une campagne, en se basant sur les données qui précèdent.

VI.— APPRÉCIATION NUMÉRIQUE ET RÉSULTATS FINANCIERS.

Pour apprécier convenablement la position faite à la sucrerie agricole, tant dans le traitement de la betterave que dans celui de la canne, on doit étudier l'ensemble des frais occasionnés

par le traitement d'une quantité donnée de matière première, puis établir la quantité et la valeur des rendements, afin d'en déduire des conclusions pratiques acceptables. Or, l'ensemble d'une usine pouvant traiter 50,000 kilogrammes de racines en 24 heures peut se construire, à la rigueur, pour une dépense totale de 130,000 francs, en y comprenant tous les engins et instruments de toute nature, le producteur de vapeur, la machine motrice et l'appareil distillatoire pour les mélasses résidus. En augmentant ce chiffre de 5,000 francs pour les frais relatifs à l'installation et au montage, on se trouve en présence d'une dépense de 135,000 francs, dont l'intérêt à 10 pour 100, y compris l'usure du matériel, représente pour 120 jours une somme de 13,500 francs. Nous ne comprenons pas dans ce chiffre la valeur des bâtiments, pour lesquels nous supposons que l'on a suivi les règles d'une stricte économie, en utilisant autant que possible les constructions existantes. Ce chiffre de 13,500 francs donne 112 fr. 50 par jour de fabrication.

Il a été démontré que le cultivateur ne vend pas en réalité ses betteraves à la fabrique à un prix supérieur à 14 francs aux 1,000 kilogrammes, pulpes déduites, et l'on peut sans hésitation adopter cette base. D'un autre côté, la main-d'œuvre est extrêmement réduite, comme les détails ci-dessous permettent de le constater.

a. Pour le transport des racines du silo au laveur, 1 charretier à 2 francs et 2 manœuvres à 1 fr. 75 cent., ce qui fournit un total de.	5f	50
b. Au laveur, 1 homme et 1 manœuvre pour chaque équipe, soit quatre journées dans les vingt-quatre heures, dont deux à 2 francs et deux à 1 fr. 75 cent.	7	50
c. Pour le nettoyage sommaire des racines, quatre journées de femmes ou d'enfants, à 1 fr. 25 cent.	5	00
d. A l'extracteur, une journée d'ouvrier par équipe, soit deux jours à 1 fr. 75 cent.	3	50
e. A la défécation, 1 ouvrier à 2 fr. 25 cent. et 1 aide à 1 fr. 50 cent., soit, pour les deux équipes.	7	50
f. A la saturation et au phosphatage, même main-d'œuvre qu'à la défécation.	7	50
g. Au débourbage et au filtre-presse, 1 ouvrier à 2 francs et 1 aide à 1 fr. 50 cent., soit, pour les deux équipes.	7	00
h. A la concentration, néant, cette opération étant surveillée par le déféqueur ou le satureur, et ne requérant aucune main-d'œuvre.		
A reporter.	43	50

Report	43	50
i. A la cuite, deux ouvriers à 3 francs, pour les deux équipes, et deux aides à 1 fr. 50 cent.	9	00
j. A la cristallisation et à la purge, deux ouvriers et deux aides, les premiers à 3 francs et les seconds à 1 fr. 75 c., soit, pour les deux équipes	19	00
k. Pour l'enlèvement des pulpes, 2 manœuvres à 1 fr. 75 c.	3	50
Total	75	00

Dans cette somme de 75 francs n'est pas comprise la valeur du travail des bêtes de somme employées au transport des racines et des pulpes; ce travail, devant être exécuté par les animaux à l'engrais, est considéré plutôt comme un exercice salutaire que comme une dépense réelle.

La question de combustible présente dans tous les temps une importance considérable. Par les moyens qui ont été spécifiés et notamment par l'alimentation à l'aide des condensations, par la concentration en surfaces et l'utilisation des chaleurs de vaporisation pour l'échauffement des jus, on peut admettre qu'un kilogramme de combustible ordinaire suffit à la vaporisation de 7 kilogrammes d'eau. Pour ne pas être exposé à un reproche quelconque d'exagération, nous ne porterons ce chiffre qu'à 6k,50. Or, la matière à traiter nous fournit 50,000 kilogrammes de jus atténué représentant au moins 90 pour 100 de jus normal, et cette quantité de liquide doit d'abord être portée à la température de 100°, en partant d'une température initiale de 4°,5, ce qui donne 4,775,000 calories. D'autre part, les 90 pour 100 de jus normal répondent à $0,11 \times 90 = 9,9$ de matière soluble dissoute dans 90,10 d'eau. Les 50,000 kilogrammes de jus contiennent donc $9,9 \times 500 = 4,950$ kilogrammes de matière soluble. A la cuite, ces matières ne doivent plus contenir que 10 pour 100 d'eau ou 495 kilogrammes, et il devra rester en masse cuite $4,950 + 495 = 5,445$ kilogrammes. Il s'ensuit que, dans le cours des opérations, on devra vaporiser $50,000 - 5,445 = 44,555$ kilogrammes d'eau. On dépensera pour cette vaporisation $44,555 : 6,50 = 6,854^k,60$ de combustible, soit, en chiffres ronds, 7,000 kilogrammes ou 7 tonnes par 24 heures. Les 4,775,000 calories dépensées pour l'échauffement correspondent d'autre part à 1,073 kilogrammes de charbon, ce qui donne une dépense de 8 tonnes par jour. D'un autre côté, la machine motrice nécessaire étant de 15 chevaux

effectifs, et en comptant 30 kilogrammes de vapeur par cheval, on trouve qu'il faudra produire 450 kilogrammes de vapeur par heure ou 10,800 kilogrammes par jour. Cette production exige la dépense de 1,500 kilogrammes ou d'une tonne et demie de combustible, et la totalité de la dépense de ce chef sera de 9 tonnes et demie que l'on peut porter à 10 tonnes pour parer à toutes les éventualités. Si l'on fait abstraction des circonstances actuelles et que l'on compte la tonne à raison de 36 francs, suivant les données des calculs précédents, on trouve que la dépense en charbon s'élève à 360 francs par 24 heures.

Récapitulation des frais et dépenses nécessités par le traitement de 50,000 kilogrammes de jus en sucrerie agricole.

1° Intérêt du capital d'installation et usure du matériel..	112f	50
2° Valeur des racines, 50,000 kilogrammes, à 14 francs.	700	00
3° *Main-d'œuvre*..............................	75	00
4° Combustible..................................	360	00
5° Entretien, réparations, accessoires et menus frais.....	15	00
Total..............	1262	50

Moyennant cette dépense, on obtient 5,445 kilogrammes de masse cuite, dont le rendement moyen est de 69 pour 100 en sucre avec 23k,6 de mélasse; on aura donc pour produit définitif :

1° En sucre..............................	3757k,05
2° En mélasse............................	1285 .02
Total..............	5042 ,07

En comptant la mélasse à une valeur de 10 francs aux 100 kilogrammes, le chiffre des frais doit être réduit de 128f50, et il est abaissé à 1,134 fr. pour le prix de revient de 3,757 kilogrammes de sucre cristallisé, en sorte que le prix des 100 kilogrammes de ce sucre ne s'élève en ferme qu'à 30f18. On voit par là quelle marge est laissée aux agriculteurs fabricants de sucre par l'application d'une méthode rationnelle, et il n'est pas douteux qu'en présence de ces résultats les producteurs agricoles ne comprennent enfin leur véritable intérêt.

Nous devons faire observer que, dans le calcul précédent, nous avons admis hypothétiquement le travail de nuit, bien que nous le repoussions de la pratique par des considérations

très-sérieuses. Si l'on se décide à adopter seulement le travail de jour et à donner aux opérations une durée effective de 12 heures, la seule modification à apporter aux résultats précédents consistera dans l'augmentation du prix du matériel et de l'installation, lequel peut être considéré comme devant être doublé. Le chiffre des frais s'élèvera donc à 270,000 francs dont l'intérêt journalier sera de 225 francs. Le prix des racines, la dépense en combustible et les menus frais restent sensiblement les mêmes; mais la main-d'œuvre doit être diminuée d'au moins 1/3, ce qui la porte à 50 francs seulement, et l'on a, dans ce cas, l'ensemble des frais suivants :

1° Intérêt du capital d'installation et usure du matériel...	225f	00
2° Valeur des racines..............................	700	00
3° *Main-d'œuvre*..............................	50	00
4° Combustible..............................	360	00
5° Entretien, réparations et menus frais...............	15	00
Total...............	1350	00
A déduire : valeur de la mélasse................	128	50
Reste en frais............	1221	50

Le prix de revient des 100 kilogrammes de sucre s'élève dans cette condition à 32,51. Il résulte, de ce qui précède, qu'en portant à 40 francs le prix maximum des 100 kilogrammes de sucre, tous frais de toute nature compris, en augmentant considérablement la main-d'œuvre et en tenant compte de l'appropriation des bâtiments, on reste dans des limites très-acceptables dont la fabrication industrielle ne saurait approcher.

Si l'on applique les raisonnements qui précèdent à la sucrerie exotique, on atteint encore un résultat beaucoup plus avantageux, en ce sens que la canne fournit un rendement double aux 100 kilogrammes, que son traitement n'exige pas plus de main-d'œuvre et demande moins de combustible; mais la difficulté d'apprécier d'une manière nette le prix agricole réel des 1,000 kilogrammes de canne exploitable s'oppose à l'établissement détaillé d'un compte de revient qui ne paraît pas d'ailleurs indispensable en présence des éléments relatifs à la betterave.

VII. — OBSERVATIONS GÉNÉRALES.

Le lecteur a pu constater amplement qu'il ne s'est point agi, au cours de ce chapitre, d'un système personnel ou d'une de

ces inventions bruyantes sous lesquelles l'investigation la plus scrupuleuse ne peut rien découvrir de sérieux. La sucrerie a trop vu, pour son avantage, l'agriculture a trop supporté, de son côté, de ces hommes qui sont venus offrir au public le bien commun, en le faisant passer pour leur. Après les *inventions* relatives aux sulfites, à l'acide carbonique et à mille autres objets, il serait indigne et inepte de s'adresser à des errements du même genre, même pour des calculateurs n'ayant en vue qu'une spéculation plus ou moins heureuse. La véritable habileté consiste surtout dans la loyauté et, sans contester la science de plusieurs innovateurs, sans vouloir ravaler leur mérite personnel, nous disons que la plupart ont voulu faire de la sucrerie une question d'argent, sans prendre la peine d'offrir en échange les produits d'un travail intelligent.

Il n'est point question, en sucrerie, et surtout en sucrerie agricole, de nouveautés chimiques; il n'en existe pas à l'heure présente, et la seule dont il ait été question depuis quelques années n'est une nouveauté que dans l'application[1]. Ce qu'il convient de faire, même dans la grande industrie, consiste dans une sélection rationnelle, dans un choix méthodique des meilleures pratiques vérifiées par l'expérience, et auxquelles les principes scientifiques donnent une sanction nécessaire. Que l'on ajoute à cela, si l'on veut, les modifications du matériel, les transformations des engins qui seront jugées utiles pour l'obtention d'une plus grande économie, et l'on aura accompli tout ce que le bon sens et la raison permettent d'exiger. Nous n'avons jamais voulu, pour notre part, nous écarter de ce programme, et nous avons tant vu de travailleurs oisifs ou d'inventeurs copistes que nous ne croyons guère plus aux uns qu'aux autres. Qu'importe, en effet, que les divers points d'une méthode ou les différents objets d'un outillage soient plus ou moins nouveaux, et que l'on puisse les rattacher à une époque plus ou moins rapprochée, si les détails et l'ensemble sont conformes aux principes technologiques, s'ils ont été antérieurement vérifiés par l'expérience, et s'ils conduisent au véritable but de toute industrie qui est de produire plus et mieux à meilleur marché? Il nous semble que, dans tout ce que l'on peut faire pour ramener la sucrerie à la ferme, il est nécessaire,

1. Sucrate d'hydrocarbonate de chaux de MM. Boivin et Loiseau.

avant tout, de repousser les panacées et les méthodes d'emprunt en présence de la richesse immense du domaine commun.

Que l'agriculteur cesse donc de concevoir des craintes au sujet de la réintégration de la sucrerie dans la ferme. Elle n'aurait jamais dû la quitter. Puisque les premiers fabricants de sucre n'étaient que des agriculteurs agissant en ferme avec leurs ouvriers agricoles sur les produits de leurs terres, il suffit, sans contestation, de revenir nettement à l'application de la méthode générale, en y introduisant les quelques progrès plus récents bien constatés, les améliorations prouvées, pour obtenir des résultats satisfaisants. Sans doute l'agriculteur devra éliminer toutes les inutilités qui encombrent la fabrication dite perfectionnée; sans doute il devra rejeter de prime saut toutes les idées grotesques des chaudronniers; mais, pourvu que, avec l'outillage le plus simple possible, avec ses ouvriers à lui, il obtienne, à moindres frais, un produit égal de 1,000 kilogrammes de matière première, sa situation sera toujours de beaucoup préférable à celle de l'industriel. En outre du bénéfice normal de celui-ci, il encaissera la différence des frais, il bénéficiera de l'absence des transports et de la diminution des dépenses résultant d'un travail domestique, débarrassé de toutes les charges de la spéculation.

De quelque côté donc que l'on se place pour envisager la question, quelque système que l'on adopte, celui que nous avons conseillé ou tout autre, le fermier et l'agriculteur sont certains d'obtenir les plus grands avantages s'ils se soumettent aux conditions générales que nous résumons brièvement avant de terminer :

Il faut faire, chez soi, avec le minimum de dépense, la séparation de la pulpe et du jus sucré, celle-là devant servir à la production plus abondante de la viande et du fumier, celui-ci devant être traité pour fournir, par des moyens simples, pratiques, connus, au moins autant de produit sucré que peuvent en obtenir les fabriques. Le travail doit être exécuté strictement et régulièrement par les ouvriers de la ferme, et cette condition accessoire présente une importance considérable.

L'exécution de cette règle permet aux cultivateurs, agissant isolément ou par voie d'association, de se présenter devant le marché avec des chances d'autant plus grandes que, à prix

égal de vente, leur écart en bénéfice sera toujours, malgré toutes les circonstances, plus élevé que celui des sucreries industrielles.

Nous bornons donc ici cette étude rapide de la sucrerie agricole pour le succès de laquelle nous faisons les vœux les plus ardents en dehors de toute préoccupation d'intérêt personnel. Les idées que nous avons exposées en maints endroits de cet ouvrage n'auraient rencontré ni tant d'antagonistes ni tant d'adeptes, si elles avaient pris leur source dans un sentiment de cupidité dont nous repoussons la pensée. C'est précisément parce qu'elles ont été dictées par l'amour du bien public et par le désir de contribuer au bien-être et à l'amélioration de l'agriculture, que les uns y ont vu par avance la ruine de leurs spéculations, et que les autres les ont accueillies avec une extrême bienveillance. A ceux-ci nous adressons nos remerciements, et nous promettons de ne pas abandonner la lutte que nous soutenons depuis tant d'années. Aux autres, nous n'hésitons pas à dire que leurs agissements à l'encontre du bien agricole, leurs liaisons intéressées avec la chaudronnerie et tous ceux qui spéculent sur la sucrerie, que l'audace avec laquelle ils soutiennent tour à tour les opinions contraires, selon le degré d'utilité qu'ils en attendent, nous ont inspiré depuis de longues années la plus profonde indifférence pour tout ce qu'ils peuvent penser et dire. Notre but, dans cette œuvre, a été un but utilitaire, et les intérêts particuliers n'ont aucune valeur en présence d'une objet aussi important.

LIVRE V

RAFFINAGE DU SUCRE BRUT

Le sucre brut, quelle qu'en soit la nuance ou la beauté, n'est pas pur, tant s'en faut, lorsqu'il sort des manipulations de la fabrication. Sans parler de la matière colorante qui le salit, on y trouve une foule de substances qui ont échappé à la purge, telles que des sucrates de différentes bases, des sels alcalins ou autres formés par des acides minéraux ou organiques, du sucre non prismatique, etc. Il importe de le débarrasser, aussi complétement que possible, de toutes les matières étrangères mélangées ou interposées, et c'est cette purification qui est l'objet du *raffinage*.

Nous allons chercher à étudier la purification des sucres, de manière à faire comprendre les principes sur lesquels elle doit être basée et les méthodes pratiques usitées en raffinerie. Dans la réalité, rien n'est plus simple que la purification des sucres; aussi ne comprendrons-nous jamais la séparation de la sucrerie en deux industries rivales, presque hostiles, et ne cesserons-nous pas de nous élever contre un abus qui constitue une criante injustice aux dépens de tous les consommateurs. Le vigneron n'a jamais songé à envoyer son vin chez un raffineur de vin, au sortir de la cuve; il complète lui-même son travail et livre son produit parfait à la consommation. Le boulanger ne se contente pas de préparer sa pâte, il fait le pain et il le livre prêt à être mangé. Il en est de même de toutes les industries homogènes; seule, l'industrie sucrière fait exception à la règle, et cette monstruosité manufacturière conduit l'alimentation à payer le sucre un tiers environ au-dessus de sa

valeur réelle. Il serait temps cependant que les besoins relatifs à la nécessité de vivre parvinssent à échapper à la spéculation des financiers, voisins fort incommodes des industries d'alimentation, aussi habiles à en extraire les bénéfices à leur profit que peu aptes à y introduire la moindre amélioration.

Nous désirons cependant que l'on ne se méprenne pas sur le sens et la portée de nos paroles : nous ne critiquons personnellement rien chez les raffineurs; ce que nous blâmons, c'est la raffinerie elle-même, parce qu'elle constitue une sorte de monopole, légal autrefois, extra-légal aujourd'hui, parce que la raffinerie est la ruine de la fabrication et la cause de la cherté du sucre. Nous attaquons franchement la raffinerie, parce qu'elle est inutile. Or, toute inutilité qui se paye constitue un tort fait à quelqu'un, et la partie lésée a le droit de se plaindre. Il est bien évident que le raffinage du sucre peut se faire en dehors de la raffinerie, et cette annexe est une véritable inutilité, aussi absurde que coûteuse à la consommation. Cette vérité ressortira clairement de l'étude même du raffinage.

CHAPITRE PREMIER.

Principes généraux. Causes d'altération des sucres.

S'il est un fait bien démontré par la raison et la pratique des choses humaines, c'est l'indispensable nécessité de bien connaître les bases et les principes d'une opération à laquelle on veut se livrer, sous peine d'échouer contre les obstacles les plus insignifiants. Pour un industriel qui possède à fond les principes de son art, les appareils ne sont plus que des moyens plus ou moins utiles, plus ou moins rationnels, qu'il sait dominer et diriger; pour celui qui, au contraire, ignore les bases scientifiques de sa profession, il est clair que l'instrument est tout, et que, si l'appareil commet une ou plusieurs fautes, la nullité du manufacturier l'empêche de pouvoir y remédier.

C'est là peut-être la cause principale de l'exploitation des industries par la machine. Sans doute un bon appareil est une chose de première utilité; mais il est d'autant meilleur qu'on peut y suppléer, au besoin, par la connaissance approfondie des fonctions qu'il est appelé à exécuter, qu'on peut le corriger, l'améliorer et le diriger. Or, rien de tout cela n'est possible sans des principes fondamentaux bien arrêtés et bien compris. C'est par cette raison et pour exprimer cette pensée qu'un homme illustre disait que le véritable chimiste doit savoir *limer avec une scie et scier avec une lime.*

Nous allons donc apporter l'attention la plus sérieuse aux principes généraux sur lesquels repose la purification des sucres ou leur raffinage; nous ferons ensuite l'application de ces principes aux opérations industrielles.

I. — PRINCIPES GÉNÉRAUX.

Lorsqu'un chimiste doit purifier un produit, il lui importe de se rendre compte de la nature de ce produit, avant de le soumettre à aucune opération. Or, le corps auquel il a affaire est, nécessairement, *soluble* ou *insoluble* dans l'eau. Il peut être souillé par des matières plus ou moins solubles qu'il n'est lui-même. Ces matières peuvent, si elles sont solubles, être absorbées ou transformées par certains agents, de manière à permettre leur élimination, sans toucher aux propriétés ni aux caractères du corps principal. Si elles sont insolubles, tandis que le corps étudié est soluble, on les sépare par la voie mécanique de la filtration. Si le corps cherché est insoluble, aussi bien que les matières dont il est souillé, la purification est plus difficile, et il s'agit alors de connaître la différence des densités pour l'opérer par voie de lavage et de lévigation.

Nous savons déjà que le sucre, corps principal que nous recherchons et que nous voulons purifier, est très-soluble dans l'eau chaude ou froide, qu'il n'est guère accompagné que de matières solubles, telles que le sucre liquide, le caramel, la matière colorante, des sucrates de chaux ou d'autres bases et quelques sels. Il renferme aussi quelques matières organiques plus ou moins altérées par les manipulations.

C'est là le point de départ de la purification qu'il convient de lui faire subir.

Il est clair que, si nous le faisons dissoudre dans l'eau et cristalliser une seconde fois, les eaux mères retiendront, outre une proportion notable de sucre, la plus grande partie des matières étrangères. Mais notre produit ne sera pas encore pur, car il retiendra de l'eau mère impure, interposée entre ses cristaux, sans parler d'une certaine quantité de sels, qui cristallisent en même temps que le sucre, ou même plus tôt que lui. Si donc nous cherchons à purifier le sucre par des dissolutions et des cristallisations successives, nous arriverons à un degré de pureté très-approché, quoique relatif; mais cette marche présentera des inconvénients notables.

1° A chaque dissolution nouvelle et à chaque cristallisation, une certaine quantité de sucre restera dans les eaux mères, ce qui nécessitera un travail de rapprochement et de concentration qu'il importe de placer en ligne de compte.

2° Une certaine proportion de sucre prismatique se trouvera détruite et transformée en sucre incristallisable par le seul fait de l'application de la chaleur. Cette perte sera à peu près égale à chaque opération, puisqu'elle est sous la dépendance d'une action à peu près constante.

3° Il y aura lieu à une autre perte en sucre, due à la présence des sucrates. Nous savons, en effet, que ces corps agissent à chaud sur le sucre, de manière à en changer une certaine portion en sucre liquide. Ils agissent, de plus, par la propriété de se transformer en *sur-sels*, c'est-à-dire de se combiner à une proportion plus considérable d'acide pour le même équivalent de base. Or, c'est le sucre qui joue ici le rôle d'acide, et la chaux est la base du sucrate de chaux.

Supposons que nous avons, dans un poids donné de sucre, un équivalent de sucrate de chaux monobasique ou neutre: $CaO.C^{12}H^9O^9 + 2HO = 2487,50$. Nous savons que ce corps renferme 350 de chaux et 2137,5 de sucre, c'est-à-dire 85,93 pour 100 de celui-ci. Or, il peut fort bien se faire que cette proportion de sucrate change en sucre liquide un autre équivalent de sucre prismatique, soit 2137,5. Il peut encore arriver que la base calcique se combine à un demi-équivalent ou même à un équivalent de sucre et acquière la composition représentée par la formule : $CaO.2(C^{12}H^9O^9 + 2HO)$, ou bien $2CaO.3(C^{12}H^9O^9 + 2HO)$.

Il pourra donc se faire très-bien que, dans un liquide sucré

renfermant 1 équivalent de sucrate de chaux $CaO.C^{12}H^{9}O^{9}+2HO = 2487{,}50$, nous puissions constater les pertes suivantes en sucre, par une suite un peu prolongée d'opérations :

1° Sucre engagé dans le monosucrate, 1 équivalent.......	2137,50
2° Sucre transformé en sucre incristallisable par le monosucrate de chaux, 1 équivalent.....................	2137,50
3° Sucre engagé dans le bi-sel formé, 1 équivalent.......	2137,50
4° Sucre transformé en sucre incristallisable par l'action du bi-sel ou sucrate acide, qui se continue comme avec le monosucrate, 1 équivalent...........	2137,50
Total..................	8550,00

En sorte que le résultat de la présence des sucrates peut conduire à une perte de quatre équivalents de sucre réel, soit à la perte d'une quantité quatre fois plus considérable que celle qui était engagée dans le sucrate primitif, ce qui démontre l'inconvénient des cristallisations trop répétées pour ce produit, dans le cas où il est mélangé de sucrates.

On sent aisément que cette cause de perte est spéciale au sucre, et qu'elle dépend de la nature de ce corps et de ses affinités chimiques, sur lesquelles nous nous sommes suffisamment étendu dans le premier livre de cet ouvrage. Ainsi, pour n'en donner qu'un seul exemple, si nous avions à purifier un mélange de plusieurs sels à base de sodium, tels que le sulfate de soude, le chlorure de sodium, l'acétate de soude, il nous suffirait de nous rendre compte des divers degrés de solubilité de ces sels pour savoir quel est l'ordre de leur cristallisation dans une liqueur d'une densité donnée et les séparer les uns des autres.

Des cristallisations et des concentrations répétées, l'application réitérée de la chaleur ne leur nuiraient en rien, et nous pourrions atteindre, par ce moyen, un degré de pureté presque absolu.

Il ne peut en être ainsi du sucre, qui redoute l'eau, la chaleur, les acides, les bases, les ferments, plusieurs sels, et qui change si facilement de nature chimique. C'est justement à cet ensemble d'obstacles et de réactions nuisibles que l'on doit attribuer la formation de la mélasse, ou plutôt de la portion incristallisable de ce sirop, de cette eau-mère qui devrait, en théorie, n'être qu'une dissolution saturée de sucre prismatique.

Le principe général qui domine toute la purification des sucres ou leur raffinage consiste donc en ce que cette purification doit se faire par une nouvelle cristallisation, il est vrai, mais que ce moyen de raffinage n'est pas sans inconvénients en lui-même. Si l'on pouvait trouver une méthode qui pût dispenser de cette cristallisation nouvelle, il est certain que cela n'en vaudrait que mieux; mais la crainte de laisser dans le sucre quelques sels d'une solubilité à peu près égale à la sienne exige impérieusement l'emploi de ce moyen.

La question se réduit, en réalité, à n'en pas abuser.

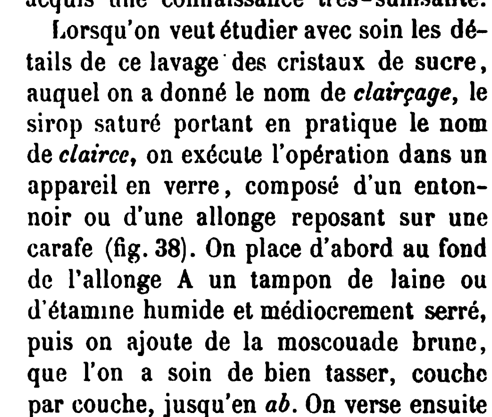
Un second principe, dont l'application a révolutionné les procédés du raffinage ancien et a constitué la méthode moderne, a été exposé sous le nom de principe de M. Thénard (t. II, p. 272), et nous croyons devoir en reproduire la formule:

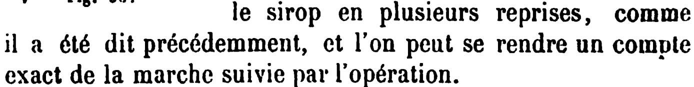
Un sel, ou un corps soluble cristallisé, étant donné, mélangé avec d'autres sels solubles, si l'on fait passer à travers les cristaux impurs une dissolution saturée de ce même sel pur, elle ne dissoudra plus du sel dont elle est saturée, mais elle pourra dissoudre les autres sels qui l'accompagnent.

Le lecteur s'est déjà familiarisé avec les règles relatives à l'application de ce principe dans l'étude de la purge ou de la séparation des cristaux (t. II, *loc. cit.*), et il suffira de compléter notre examen par quelques observations de détail pour en avoir acquis une connaissance très-suffisante.



Fig. 38.


Lorsqu'on veut étudier avec soin les détails de ce lavage des cristaux de sucre, auquel on a donné le nom de *clairçage*, le sirop saturé portant en pratique le nom de *clairce*, on exécute l'opération dans un appareil en verre, composé d'un entonnoir ou d'une allonge reposant sur une carafe (fig. 38). On place d'abord au fond de l'allonge A un tampon de laine ou d'étamine humide et médiocrement serré, puis on ajoute de la moscouade brune, que l'on a soin de bien tasser, couche par couche, jusqu'en *ab*. On verse ensuite


le sirop en plusieurs reprises, comme il a été dit précédemment, et l'on peut se rendre un compte exact de la marche suivie par l'opération.

Il y a plus : on peut se convaincre directement que, si le sirop saturé ne dissout pas le sucre et le décolore, il enlève les autres sels solubles, différents du sucre, qui pourraient y être mélangés.

Il suffit, pour cela, de bien mélanger à la moscouade brune, avant de l'introduire dans l'allonge, un peu de sulfate de soude, de potasse ou de magnésie, par exemple. Lorsque le lavage sera terminé, on pourra se convaincre que le sucre n'en renferme plus de traces, en l'essayant par un sel soluble de baryte, qui cessera de se troubler à un moment donné.

Nous avons dit que les sirops passent de moins en moins colorés; il résulte de ce fait très-naturel, et auquel on devait s'attendre, une conséquence pratique qui a pour résultat de permettre d'économiser les clairces blanches ou les sirops saturés purs.

Soit, en effet, la composition de ces sirops indiquée comme il suit, au point de vue de la coloration et de la teneur acquise en matières étrangères diverses :

1° Eau-mère du sucre, mélasse interposée.		Valeur....	80
2° Premier sirop d'égout	A.	Valeur...............	40
3° Deuxième —	B.	Valeur...............	20
4° Troisième —	C.	Valeur...............	10
5° Quatrième —	D.	Valeur...............	5

Nous pouvons voir que la mélasse primitive, écoulée avant notre première opération de lavage A, ne produirait aucun résultat sur un sucre de même qualité que celui dont elle provient, sous le rapport des impuretés et de la couleur; mais si, sur un même sucre, nous faisons passer le sirop d'égout A, dont la valeur n'est que de 40, il produira déjà une décoloration proportionnelle et une purification relative.

Si nous supposons que le volume de l'eau-mère interposée et celui du sirop de lavage A sont les mêmes, nous aurons un sirop d'égout A², dont la valeur représentative pourra être chiffrée par $\frac{80+40}{2}=60$. Ce sera déjà un progrès notable. Si nous versons sur le sucre, dont la décoloration et l'impureté sont représentées par ce même chiffre 60, une dose égale du sirop B, le nouveau sirop d'égout B² présentera une valeur $\frac{60+20}{2}=40$. Une opération avec le sirop C, sur le sucre

ainsi traité et devenu d'une valeur 40, nous donnera un résultat $C^2 \frac{40+10}{2} = 25$, et, enfin une opération avec le sirop D nous fournira un chiffre représentatif $D^2 \frac{25+5}{2} = 15$.

Nous aurons, de cette manière, en utilisant les sirops de lavage A,B,C,D de moins en moins impurs et colorés, obtenu les résultats suivants :

1° Premier sirop d'égout	A^2,	2° opération,	valeur. ..	60
2° Deuxième —	B^2,	3° —	valeur....	40
3° Troisième —	C^2,	4° —	valeur...	25
4° Quatrième —	D^2,	5° —	valeur...	15

Il est clair qu'un lavage au sirop blanc, sur le résultat $D^2 = 15$, nous donnera un résultat 7,50, et qu'un dernier lavage nous fournira 3,75, en sorte que, par l'utilisation de nos sirops d'égout, nous arriverons facilement à n'employer que deux fois du sirop blanc, et nous obtiendrons un résultat plus pur que le premier dans la relation 5 : 3,75.

Si donc, à chaque opération, les sirops A^2, dont la valeur en matières étrangères atteindra toujours environ 60, sont envoyés à une nouvelle cristallisation, on pourra voir qu'en opérant avec trois clairces colorées graduées et deux clairces blanches, on obtiendra toujours d'aussi bons résultats qu'avec quatre clairces blanches, ce qui constitue une économie notable.

Ces principes peuvent s'appliquer au turbinage, qui n'est rien autre chose qu'un égout, un lavage du même genre, dans lequel seulement la pression atmosphérique est remplacée par la force centrifuge.

Si nous appliquons le principe énoncé plus haut, et que nous avons appelé principe Thénard pour le désigner plus clairement, à l'ancienne opération du terrage, tombée en désuétude, nous verrons également qu'elle n'en était qu'une conséquence, ainsi que nous l'avons déjà fait observer.

En effet, l'eau de la terre, en pénétrant à la base de la masse sucrée, se saturait de sucre à la température ambiante et agissait alors comme une véritable clairce, comme un vrai sirop de lavage ; mais ce sirop se formant au détriment de la base du pain, il se faisait souvent des cavités plus ou moins irrégu-

lières, auxquelles on devait remédier avec plus ou moins d'incommodité.

Remarquons, en passant, que cette méthode, bien que dépendant du même principe, est de beaucoup plus lente que le clairçage, à raison du temps que l'eau met à passer à travers la terre, et c'est une des raisons principales pour lesquelles elle a été abandonnée. Nous y reviendrons.

Disons maintenant que le principe Thénard, dont l'application constitue à peu près la seule méthode industrielle de purification des sels, ne présenterait qu'une valeur relative beaucoup moindre, s'il n'était appuyé par quelques circonstances heureuses, par quelques faits avantageux, qui dépendent de la cristallisation, et que nous allons exposer aussi clairement que possible :

1° Lorsque la cristallisation d'un sel ou d'un corps cristallisable quelconque a lieu dans un liquide, si coloré et si impur que le menstrue puisse être supposé, les cristaux *simples* seront toujours chimiquement purs.

2° S'ils sont accolés, groupés en nombre plus ou moins considérable, ils pourront être salis par de l'eau mère et des impuretés qui seront interposées entre eux ; mais chaque cristal isolé sera toujours de la plus grande pureté.

Ces deux propositions sont radicalement vraies, lorsque l'on a affaire à des cristaux que nous pourrions appeler simples ou primordiaux, qu'ils soient isolés ou groupés, pourvu que le groupement ne résulte pas d'une pénétration mécanique, d'un enchevêtrement trop complexe des masses cristallines. Si les masses cristallines sont confuses, si les cristaux qui les composent ne sont pas facilement isolables et séparables, les propositions qui précèdent ne sont pas moins rigoureuses pour chacun des cristaux simples qui entrent dans ces masses ; mais elles cessent de l'être pour les masses qui renferment, à l'état d'interposition, de l'eau-mère et des impuretés.

Pour traduire ce qui précède en langage technique, on peut dire que tout individu cristallin, se formant au sein d'un liquide, est toujours chimiquement pur, quand il est pris isolément et que ses faces extérieures ont été soumises à un lavage convenable.

Quelle est la cause intime de ce phénomène, de cette sélec-

tion des molécules? nous ne songeons pas à la rechercher ici; nous nous bornons à constater, et voilà tout.

Cherchons maintenant à faire bien comprendre ces faits par quelques explications connues en sucrerie, afin de ne pas nous éloigner de l'ordre d'idées que nous poursuivons.

Si nous prenons divers échantillons de sucre, l'un de sucre brut à grain très-fin, cuit à une grande concentration, l'autre de sucre à gros grain, un troisième de sucre candi de nuance blanche et, enfin, un dernier de sucre candi jaune, nous pourrons laver à plusieurs reprises ces échantillons avec de l'alcool pur à 90° ou 95°, et les débarrasser ainsi des impuretés attachées aux faces extérieures des cristaux. Cette opération terminée, si nous triturons séparément chaque échantillon dans un petit mortier en verre ou en porcelaine, et que nous le plaçions dans un tube d'essai avec du même alcool pur, nous verrons que les quatre échantillons sont devenus blancs; nous constaterons que le sucre en cristaux fins, seul, n'a plus rien cédé à la liqueur; que le liquide est légèrement teinté avec le sucre à gros grain, un peu plus avec le candi blanc, et qu'il est très-fortement coloré en jaune par le candi jaune, décoloré ou blanchi et déposé au fond du tube.

Les conclusions de ceci sont faciles à prévoir; les gros cristaux n'étant pas des individus simples, des unités cristallines, renferment, interposées entre leurs éléments, entre les divers cristaux qui les composent, des impuretés et des eaux-mères colorées. On aura beau laver, blanchir, purifier les faces extérieures, les plans externes de ces groupes, il ne sera jamais possible de les purifier, par voie de lavage, des impuretés intérieures.

Il en résulte forcément que, plus les cristaux sont fins, plus leur purification est complète par le clairçage; plus ils sont gros, moins bien ils se lavent.

Ceci est incontestable, et nous en déduirons pour la pratique une conséquence parfaitement connue en chimie et mise en pratique journalière par tous les préparateurs, c'est qu'il importe de diriger la concentration et la cristallisation de telle sorte que l'on n'obtienne que des cristaux très-fins, facilement accessibles à l'agent employé pour leur lavage sur toutes leurs faces extérieures.

Cette règle se pratique pour la purification de la plupart des

sels; mais la fabrication dans laquelle elle offre une importance comparable à celle qu'elle présente dans l'industrie sucrière est la fabrication ou plutôt le raffinage du salpêtre.

Le nitre, azotate de potasse ou salpêtre, employé pour la fabrication de la poudre à canon, doit être amené à un très-grand état de pureté, et les résultats que l'on obtient dans les raffineries françaises sont véritablement remarquables sous ce rapport. Or, toutes les opérations du raffinage du nitre peuvent se résumer en peu de mots. Elles consistent dans la refonte des salpêtres bruts, et leur cristallisation, suivie d'une cristallisation nouvelle, si le cas l'exige par trop d'impuretés. La mise en cristallisation est troublée et agitée pendant son refroidissement, de façon à n'obtenir que des cristaux de la plus grande finesse, des individus cristallins d'une extrême ténuité. Ces petits cristaux, pris isolément, sont chimiquement purs, abstraction faite des eaux-mères qui souillent l'extérieur.

On les lave méthodiquement avec une solution saturée de salpêtre pur, et ils arrivent à ne contenir que quelques dix-millièmes, quelques fractions insignifiantes de matières étrangères.

Ceci est applicable de tous points au sucre, à la purification des sucres de toute provenance. En principe, les sucres à grain très-fin n'auraient, pour ainsi dire, pas besoin relativement d'une seconde cristallisation. Ils pourraient presque être raffinés et purifiés par la simple action du clairçage; mais il n'en est pas ainsi des sucres à gros grain qui offrent des groupes de cristaux accolés, des cristaux volumineux, formés d'individus multiples; ces sucres exigent impérieusement la *refonte*, une dissolution et une cristallisation nouvelles.

Il ne faut rien exagérer cependant; l'observation directe nous a démontré que, moins l'eau-mère est chargée d'impuretés, plus les cristaux peuvent acquérir de volume en se maintenant dans un état de grande pureté, en sorte que les cristaux d'une seconde cristallisation n'ont pas besoin d'être tenus à grain aussi fin que si l'on voulait claircer ceux de première cristallisation.

La pureté relative de l'eau-mère est ici un guide assuré et qui ne peut induire en erreur.

Si donc un fabricant de sucre voulait raffiner ses produits de premier jet sans les faire passer à la refonte, ce qui nous

semble inutile quand les opérations ont été bien conduites, il devrait s'attacher à produire des cristaux très-peu volumineux, sur lesquels le clairçage gradué pourrait avoir tout le résultat que l'on pourrait en espérer après une bonne purge.

Il convient de rechercher la règle à suivre pour diriger à volonté la cristallisation sous ce rapport.

II. — REMARQUES SUR LA CRISTALLISATION.

L'observation a fait voir que, lorsqu'un liquide dissolvant, un menstrue quelconque, a dissous un corps cristallisable à saturation, à la température ambiante, si l'on abandonne la liqueur à elle-même, les effets de l'évaporation lente, ce qu'on appelle très-improprement l'évaporation *spontanée*, produisent la formation de cristaux qui peuvent prendre les plus grandes dimensions possibles à ce corps, en grossissant progressivement sur toutes leurs surfaces libres.

Il en est encore ainsi quand la saturation a été faite à chaud, pourvu que l'on prenne les précautions nécessaires pour que le refroidissement de la solution plus concentrée ne se fasse qu'avec une grande lenteur. Les cristaux qui se déposent dans cette circonstance acquièrent également de très-grandes dimensions relatives, malgré l'état de grande concentration de la liqueur.

Tout le contraire arrivera si la dissolution concentrée est promptement refroidie. Une multitude de cristaux d'une grande finesse, d'une très-grande régularité et d'une pureté presque absolue, se déposeront à mesure du refroidissement, et ils n'auront aucune tendance à grossir si le liquide est agité jusqu'à l'entier refroidissement, jusqu'au moment où tous les cristaux, dissous en excès, se seront déposés.

Ceci est donc une question de solubilité dans une liqueur et à une température données.

Si nous prenons le salpêtre pour exemple, sachant que ce corps est très-soluble dans l'eau, de telle sorte que 100 parties d'eau à + 15° de température dissolvent 54,87 de ce sel, tandis qu'elles en dissolvent 290,32 à + 100° et 335 à + 115°,9, température de l'ébullition, il nous sera facile de nous rendre un compte précis de ce qui doit se passer dans une solution don-

née, si nous savons, d'ailleurs, que l'eau à zéro dissout 13,32 de ce sel pour 100 parties.

Supposons donc que nous avons préparé deux dissolutions de salpêtre, l'une à la température ordinaire de l'été, à + 20° par exemple, et l'autre à l'ébullition. Le volume d'eau employé est d'un litre.

La première A, faite à + 20°, a dissous 687gr,20 de sel.

La seconde B, faite à l'ébullition, en contient 3k,350.

Il est clair que la dissolution B doit, en se refroidissant de + 115°,9 à + 20°, ne conserver en dissolution que la quantité de sel qu'elle peut dissoudre à cette température déterminée, et que, lorsqu'elle arrivera à + 20°, elle aura dû déposer tout l'excédant de 3k,350 sur 687k,20, soit 2k,6628.

Si ce dépôt de cristaux n'est troublé ou dérangé par aucune circonstance accessoire, nous trouvons que chaque degré de refroidissement opéré doit déterminer le dépôt de 2,77 de cristaux par 100 parties d'eau ou de 27,7 dans notre solution, et c'est, en effet, ce qui se produira dans toutes les circonstances convenables, si nous agitons la dissolution jusqu'à ce qu'elle soit arrivée à s'équilibrer avec la température du milieu ambiant, que nous avons supposée ici de + 20° centigrades.

Lorsque nous arriverons à cette température, nous n'obtiendrons plus le moindre dépôt cristallin, parce que toute la matière dissoute est soluble dans l'eau ; que, par conséquent, la seule condition qui pourrait permettre une nouvelle cristallisation ne serait plus qu'un refroidissement que nous supposons impossible par hypothèse, ou bien la perte par évaporation d'une certaine quantité du menstrue. Nous reviendrons sur ce dernier point.

Si la solution saturée n'a pas été agitée, que la cristallisation n'ait jamais été troublée, que le refroidissement ait été abandonné à lui-même sans l'emploi d'aucun moyen de réfrigération, nous pourrons observer une phase différente de la cristallisation, phase qui se rapporte plutôt à la forme qu'à autre chose.

Le liquide, très-dense, se refroidira très-lentement ; mais les couches les plus rapprochées des parois sont celles qui se trouvent les plus exposées aux causes de réfrigération ; ce sera donc dans ces points que les cristaux commenceront à se déposer, très-petits d'abord, très-serrés les uns contre les autres,

et ils formeront une sorte de surmoulage des parois intérieures du vase, dont ils augmentent l'épaisseur de parois en le doublant d'une sorte de vase cristallin, comme nous le représente la figure 39.

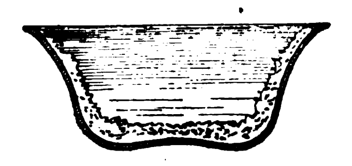


Fig. 39.

La couche cristalline participe en quelque sorte à la propriété conductrice de la matière du vase, mais cependant le refroidissement se ralentit notablement lorsque ce premier dépôt cristallin a eu lieu. Il en résulte que les faces de la couche cristalline qui regardent l'intérieur de la masse liquide, se couvrent de plus gros cristaux par suite du ralentissement du refroidissement, et aussi parce que la masse déposée a déjà diminué la sursaturation sans que la température diminue proportionnellement à partir du dépôt périphérique.

Les cristaux qui se forment et s'attachent aux faces et aux arêtes des précédents acquièrent donc de grandes dimensions par suite de la lenteur du refroidissement; on peut, parmi ces nouveaux cristaux, rencontrer toutes les formes les plus curieuses, tous les enchevêtrements les plus bizarres et les jeux de cristallisation les plus singuliers, sans que les cristaux s'écartent cependant de leur essence cristalline. La figure 40

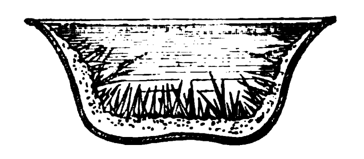


Fig. 40.

donne une idée de cette cristallisation que nous appellerons secondaire et dans laquelle les nouveaux cristaux s'élancent de la croûte cristalline primitive à travers le liquide dans toutes les directions.

Le milieu de la masse liquide présente cependant une absence presque complète de cristaux; la cristallisation est toujours divergente, sauf dans quelques cas exceptionnels, sous l'empire de conditions spéciales. Cela tient à ce que le refroidissement se transmettant par les parois, il est nécessaire que la cristallisation commence par les points périphériques les plus refroidis, et cette tendance subsiste jusqu'à ce que tous les cristaux soient déposés, car le point médian présente toujours un refroidissement plus lent. C'est pour cette raison que, lorsque la cristallisation est terminée, on rencontre au milieu de la surface une dépression très-notable. C'est encore pour cela que la cristallisation est beaucoup plus dense vers les parois que dans le milieu de la masse où l'on trouve parfois des vides très-prononcés, une sorte de canal incomplet laissé par le retrait du liquide (fig. 41).

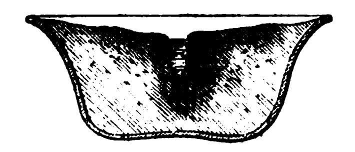


Fig. 41.

Une cause de dépôt de cristaux en quantité supérieure à celle qui résulte du refroidissement, et dont il convient de tenir compte dans l'étude de cette question, consiste dans l'évaporation du menstrue, évaporation qui diminue graduellement avec le refroidissement, mais qui n'en est pas moins très-réelle.

Nous avions, par exemple, un litre d'eau tenant en dissolution à + 115°,9 de température 3k,350 de salpêtre : si notre litre d'eau perd par évaporation seulement 125 centimètres cubes, ce qui est moins que la réalité, il est clair que les 3k,350, qui étaient solubles à + 115°,9 dans 1,000 centimètres cubes d'eau, ne le seront plus dans 875 centimètres. Une quantité proportionnelle de sel devra se déposer pendant l'ébullition, à moins que l'on n'ait eu soin de remplacer l'eau évaporée à mesure de son évaporation. Si l'on a eu cette précaution, la solution retirée du feu se compose encore de 1,000 parties d'eau et 3,350 de sel; mais, dans le refroidissement lui-même,

pendant la cristallisation, il se fera une évaporation d'eau que nous avons évaluée hypothétiquement à 125 centimètres cubes pour ce qui se sera évaporé entre 115°,9 et 20°, degré de la température ambiante. Or, 1,000 parties d'eau à 20° devaient tenir en dissolution 687,20 de cristaux, il est évident que 875 parties n'en retiendront qu'une quantité proportionnelle. Nous aurons donc la relation :

$$1000 : 687,2 :: 875 : x = 601,30.$$

En sorte que la dissolution, qui aurait dû produire 2k,622,8 de cristaux, en fournira en réalité 2k,748,70 par suite de cette évaporation du menstrue.

Nous verrons tout à l'heure que les faits relatifs au salpêtre se retrouvent dans le traitement du sucre, sauf quelques particularités spéciales à ce corps. Si nous prenons maintenant notre solution A, faite à + 20° centigrades et renfermant 687gr,20 de sel dissous dans 1,000 centimètres cubes ou 1 litre d'eau, la seule cause déterminante de la cristallisation sera la perte d'une portion du liquide par évaporation.

On sait, en effet, que l'eau émet des vapeurs dans l'atmosphère, même par les plus grands froids, et que l'évaporation de ce liquide se fait à peu près en tout temps, avec une rapidité plus ou moins grande, il est vrai, mais sans discontinuation.

Notre solution perdra donc de l'eau par évaporation, très-lentement, mais d'une manière à peu près continue, tellement, que les premiers cristaux qui se déposeront grossiront lentement par le dépôt de nouvelles couches sur leurs faces libres et finiront par acquérir des dimensions *maxima* et la perfection de formes la plus remarquable. Il est aisé de voir que, dans la position où nous nous plaçons, chaque centimètre cube d'eau évaporée correspondra à la cristallisation de 0gr,672 de sel.

Cristallisation du sucre. — Cherchons maintenant à nous rendre raison des similitudes et des différences qui peuvent se présenter dans la cristallisation du sucre, comparée avec celle du nitrate de potasse, que nous venons de prendre pour exemple.

Nous trouvons d'abord une remarquable différence de solubilité entre les deux corps; les principaux faits de cette diffé-

rence sont indiqués dans le tableau ci-dessous, afin de rendre la comparaison plus facile.

TEMPÉRATURES en degrés centigrades	SUCRE DISSOUS dans 100 parties d'eau.	SALPÊTRE DISSOUS dans 100 parties d'eau.
0°	52,95	13,32
15°	300,09	54,87
20°	317,60	68,72
97°,7	591,93	236,00
100°	600,00	290,32
110°	635,30	318,02
115°,9	656,12	335,00

Il résulte de ce tableau que le sucre est beaucoup plus soluble que le salpêtre, et l'on peut adopter pour leurs coefficients pratiques de solubilité dans l'eau, par degré centigrade, les chiffres 3,53 pour le sucre et de 2,77 pour le salpêtre.

Une seconde différence très-notable dans les deux corps repose dans leur forme de cristallisation. Lorsqu'on les obtient en petits cristaux, cette différence n'a pas de valeur pratique; mais lorsque les cristaux offrent de plus grandes dimensions, ceux du sucre se groupent de la manière observée dans le candi, par simple accolement des individus sur l'une ou l'autre de leurs faces, sans que jamais un cristal isolé se prolonge beaucoup en longueur. Les gros cristaux de candi ne sont, en quelque sorte, que des multiples du grain cristallin le plus fin, des amplifications régulières, dans lesquelles l'enchevêtrement n'ôte rien à l'essence des individus groupés. Dans le salpêtre, les cristaux, en grossissant, s'allongent en prismes cannelés, qui offrent quelquefois des dimensions très-considérables en longueur, et ils se terminent très-fréquemment en pointe aiguë. Il n'est pas rare de voir de ces groupements cannelés, à reflets soyeux, offrir une longueur de plus de 30 à 40 centimètres, tandis que le sucre, en gros cristaux, formerait des masses de cristaux groupés, suivant le mode du borax, du carbonate de soude, de l'alun, sans allongements exagérés, si l'on n'avait pris l'habitude de forcer son groupement autour d'un certain nombre de ficelles suspendues dans les vases à cristalliser.

Il nous paraît également qu'il y a un rapport très-intime entre le point de fusion des corps et leur degré de solubilité; plusieurs observations semblent justifier cette manière de voir et, dans le cas présent, on peut y voir une coïncidence assez remarquable entre les deux ordres de phénomènes. Ainsi, le point de fusion du sucre est à + 180° et celui du salpêtre à + 300°; leurs coefficients de solubilité sont indiqués par 3,53 et 2,77 et, bien que le rapport ne soit pas complétement exact, il est assez rapproché pour que l'on soit porté à voir une connexion entre la fusion et la solubilité.

Cette remarque ne peut s'appliquer cependant que pour les corps privés d'eau de cristallisation, et elle offrirait de notables différences dans ceux qui subissent la fusion *aqueuse* avant d'éprouver la fusion *ignée*.

La cristallisation du sucre peut encore être atteinte et modifiée par cette circonstance que ce corps est altérable par la chaleur seule et par plusieurs des corps qui l'accompagnent, par l'eau dissolvante même, tandis que le salpêtre est beaucoup plus inaltérable.

Ajoutons encore qu'une dissolution saturée de sucre étant beaucoup plus dense qu'une dissolution saturée de salpêtre, à chaud bien entendu, les cristaux de sucre se formeront à peu près également dans toutes les parties de la masse, après que le premier dépôt aura commencé à se faire sur les parois du cristallisoir. Il semble, en effet, que, dans la cristallisation par refroidissement, la viscosité du menstrue s'oppose au transport des molécules sucrées vers les parois, en sorte que les cristaux formés restent suspendus à la place où ils se sont produits, et ils y sont rejoints graduellement par les cristaux qui se forment ensuite. Mais la densité même et la viscosité de l'eau mère sont un obstacle au groupement des individus cristallins, à leur accolement. Toutes circonstances égales d'ailleurs, une dissolution saturée de sucre donnera donc toujours une masse de cristaux plus poreuse, plus perméable que la masse produite par une dissolution saturée de salpêtre et de beaucoup d'autres sels.

Cela posé, il est facile d'étudier la cristallisation du sucre.

Soit donc un litre d'eau à + 20° dans lequel nous faisons dissoudre 3^{k},176 de sucre. Livrons cette solution à l'évaporation lente. Nous pourrons observer la formation graduelle

des cristaux à mesure de l'évaporation, leur grossissement régulier et continu; en un mot, nous pourrons assister à tous les détails de la formation du candi. Lorsque la moitié de l'eau sera évaporée, si nous décantons le liquide qui recouvre les cristaux, nous trouverons dans le fond et sur les parois du vase une couche de cristaux de candi, parfaitement réguliers par leurs faces intérieures, celles qui sont dirigées vers le centre du vase, accolés et groupés par les faces opposées, sans que nous puissions distinguer aucun prolongement analogue à ce qui se passe dans le nitre (fig. 42).

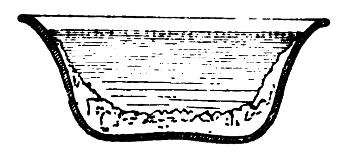


Fig. 42.

Dès que nous emploierons une dissolution plus saturée, à chaud, si nous n'avons pas soin d'empêcher la rapidité de la cristallisation par la lenteur du refroidissement, la cristallisation cessera d'avoir lieu dans ces conditions de régularité, et il se formera une quantité plus ou moins considérable de petits cristaux, jusqu'à ce que la solution soit retombée au point de saturation, à la température ambiante.

Supposons maintenant un litre d'eau à + 100°, et introduisons dans ce liquide et graduellement, en maintenant la chaleur à ce point, 6 kilogrammes de sucre.

Il est clair que, par le refroidissement jusqu'à + 20° centigrades, il devra se déposer une quantité de cristaux indiquée par les différences de solubilité, soit 6,000 — 3,176 = 2^k,024 grammes. Si le refroidissement est rapide, si l'on agite le sirop, on obtiendra des cristaux parfaitement purs, d'une grande finesse et d'une régularité extrême. Dans le cas où le refroidissement sera livré à lui-même, les cristaux seront beaucoup plus gros, tout aussi réguliers, mais moins purs, parce que la solution n'étant pas sursaturée, elle dépose progressivement ses cristaux, qui trouvent toujours dans le liquide de quoi s'alimenter et grossir; en sorte que, à ce degré de saturation et par un refroidissement lent, on obtient facilement des cristaux de candi.

Ces cristaux ne seront pas obtenus au contraire, et il se formera une cristallisation confuse et disséminée dans toute la masse, par individus isolés et par petits groupes, tendant à se rejoindre et à remplir progressivement tout l'espace, si nous avons agité la solution au moment où les premiers cristaux commencent à se déposer, *où le grain commence à se faire*. Cette agitation, en troublant la cristallisation dans son travail, force l'apparition d'une foule de petits cristaux qui restent au lieu de leur formation et servent, pour ainsi dire, d'amorce, pour déterminer la cristallisation progressive du reste.

On sait, en effet, que, dans un grand nombre de liquides, la cristallisation, retardée par des causes inconnues, est promptement déterminée par l'addition de quelques cristaux du sel disssous, ou même par l'agitation, qui suffit souvent pour opérer la prise en masse cristalline. C'est à cette raison qu'il faut attribuer l'habitude prise en fabrique de *mouver* les sirops aussitôt que le *grain* commence à y apparaître avant de les verser dans les formes.

On comprendra sans peine que, si la solution a été portée à un point de saturation plus élevé, tel, par exemple, qu'elle n'entre en ébullition qu'à + 110° ou + 112° centigrades, une plus grande proportion de cristaux sera dissoute, qu'il s'en précipitera davantage par un refroidissement égal, mais que la quantité de cristaux obtenus n'aura que très-peu d'influence sur leur grosseur ou leur ténuité.

Cette circonstance dépend absolument de la lenteur ou de la rapidité du refroidissement, de la lenteur ou de la rapidité proportionnelle de la cristallisation.

Conséquences. — Pour rattacher donc à la purification des sucres les différents faits de cristallisation que nous venons d'exposer, nous dirons que, plus les cristaux obtenus sont fins et ténus, plus ils sont purs, plus ils offrent de facilité à se purifier entièrement par voie du lavage; mais nous ajouterons que le lavage par pénétration, par clairçage, est rendu plus difficile par cette ténuité même. En effet, les cristaux très-fins se tassent davantage, leur masse est plus compacte, elle présente moins d'interstices pour le passage du liquide, et il en résulte une prolongation de durée dans le lavage, une perte de temps

au clairçage, ce qui n'a pas lieu d'une manière sensible dans le turbinage.

Si les cristaux obtenus sont plus gros, ils se lavent mieux et plus facilement à l'extérieur; mais si leur purification apparente est rendue plus facile par la grande porosité, par la perméabilité de leur masse, il est impossible de les débarrasser mécaniquement de l'eau-mère impure interposée entre les individus des groupes, entre les lames cristallines.

La difficulté principale de la purification des sucres se trouve donc là : ne pas produire, par la cristallisation, des cristaux trop fins qui retardent le clairçage, ne pas produire de cristaux trop gros, qui ne seraient purifiés qu'à l'extérieur et qui conserveraient quand même de l'eau-mère d'interposition...

Cette difficulté est, en partie, conjurée par la pratique européenne, qui consiste à s'opposer à la trop grande rapidité du refroidissement et à mélanger le grain dès l'instant qu'il se forme, avant d'introduire les sirops dans les cristallisoirs ou les formes, où il est livré à lui-même.

On trouvera encore un puissant auxiliaire dans le degré de cuite qui sera porté à une concentration d'autant plus grande que l'on voudra obtenir des cristaux plus fins.

Ainsi, le principe Thénard s'appuie sur cette autre loi que les simples individus cristallins sont toujours parfaitement purs et n'ont besoin que d'un lavage extérieur quand ils ne renferment pas d'eau-mère interposée entre leurs molécules.

Ce cas étant, par excellence, celui du sucre, on voit que ce corps peut être facilement et complétement purifié par terrage, clairçage ou lavage, à l'aide d'une solution saturée, pourvu que la cristallisation ait eu lieu dans des conditions telles que l'on n'ait pas affaire à des groupes cristallins, mais bien à des individus.

Cette condition sera remplie par la production de cristaux fins; mais, comme les cristaux moyens, non groupés, la remplissent également, on s'attachera à diriger la production dans ce sens, en combinant le degré de concentration à la cuite avec la lenteur plus ou moins grande de la cristallisation et une agitation plus ou moins prolongée du sirop au moment du grenage.

La pratique seule peut arriver à saisir le véritable point utile de ces différentes circonstances.

La cristallisation répétée, la finesse relative des cristaux, leur lavage à l'aide d'une dissolution saturée, tels sont les éléments réels de la purification des sucres. Nous avons déjà dit et fait voir que des cristallisations trop répétées pourraient conduire à des pertes en sucre, et nous conseillons la prudence au sujet de cette opération, qui peut trouver dans le turbinage des sucres bruts un puissant auxiliaire. A côté de ces principes, vrais et incontestables, il en est d'autres moins démontrés que nous ne pouvons passer sous silence. Nous voulons parler de l'action de l'albumine, de celle du noir fin et de celle du noir en grains en raffinerie, sauf à compléter plus tard ce que nous serons forcé de ne pas étudier assez longuement dans ce chapitre.

De la clarification. Le *collage des vins* est une opération vulgaire, à peu près généralement connue. On sait que de l'albumine d'œuf, battue, additionnée de chlorure de sodium et introduite dans le vin, bien mélangée et fouettée dans la liqueur, s'y coagule sous diverses influences. Le réseau albumineux tend, par sa densité spécifique, à remonter à la surface, et il entraîne avec lui les matières les plus ténues qui se trouvaient en suspension dans le vin.

La *clarification* du vin se fait de cette manière ou bien encore à l'aide de la *gélatine* pure, de la *colle de poisson*, qui produisent exactement le même effet, et dont l'emploi repose sur le même principe.

Il s'agit, en effet, ici, de faire la filtration de la liqueur, rien de plus, rien de moins.

En raison d'une foule d'obstacles dont nous n'avons pas à nous préoccuper, il est impossible de prendre la liqueur et de la faire passer au travers d'une chausse filtrante : la perte de l'arome et d'une partie notable de l'alcool en serait la première conséquence. On tourne cette difficulté en faisant passer la matière filtrante à travers la liqueur elle-même, ce qui revient absolument au même, au point de vue de la clarification.

Dans la préparation des sirops, les confiseurs et les pharmaciens emploient le blanc d'œuf comme agent de clarification; mais ici la coagulation de l'albumine a lieu par la chaleur.

C'est l'imitation de ce double procédé, des vignerons et des

confiseurs, qui a été transportée en sucrerie et en raffinerie... Lorsque l'on veut purifier un sucre par une nouvelle cristallisation, on le fait dissoudre dans une certaine proportion d'eau; on y ajoute du sang, qui agit par son albumine, et du noir fin. Le tout est chauffé de manière à coaguler l'albumine, et le liquide, envoyé au débourbage, est obligé de passer à travers le réseau albumineux et le noir, ainsi qu'à travers les toiles de débourbage.

Cette opération constitue la *clarification*.

Toute filtration bien faite étant une clarification, cette opération est-elle bien indispensable, malgré la réalité du principe sur lequel elle repose? Nous ne le pensons pas, et nous n'hésiterions pas un seul instant à la supprimer pour des raisons qne nous étudierons plus loin.

Nous ferons remarquer, en attendant, que l'addition de l'albumine ne peut pas être jugée à la légère; que les partisans ou les détracteurs de la clarification, tant en sucrerie qu'en raffinerie, n'ont peut-être pas fait une attention suffisante à ce qui fait de cette addition une source d'ennuis dans la suite des opérations, et qu'ils en parlent un peu à l'aventure.

Tous les raffineurs font la clarification. Très-peu de fabricants ont conservé cette manœuvre. Voilà le fait industriel.

Le fait chimique est celui-ci.

Des mousses ne se produisent à la cuite et ne la rendent difficile que parce que les sirops renferment de l'albumine dissoute. Or, l'albumine de la plante traitée suffit seule à produire ce mauvais résultat, car la présence des acides ou des alcalis suffit pour rendre soluble et incoagulable une certaine proportion d'albumine. C'est à l'action de la chaleur surtout, à son exagération dans la défécation, qu'il faut attribuer cette dissolution.

Nécessité de la neutralisation. — Si donc les sucres ne sont pas neutres, s'ils sont acides ou alcalins, ils peuvent contenir plus ou moins d'albumine qui crée des obstacles à la concentration. S'ils sont acides par défaut de défécation, ils en contiennent certainement, et c'est le cas des sucres exotiques, si peu maniables au affinage, lorsqu'on le pratique dans les conditions routinières habituelles. S'ils sont alcalins, ils peuvent en contenir si la défécation n'a pas été habilement conduite.

Or, si l'on n'opère pas, au préalable, à la refonte, une neutralisation exacte, toute addition d'albumine dans les sucres acides ou alcalins ne fera qu'augmenter la proportion dissoute de ce corps et créer un nouveau danger, une nouvelle cause d'ennui. Nous nous arrêtons ici à ces raisons, sur lesquelles nous appelons l'attention des raffineurs, qu'elles ne peuvent manquer de frapper par leur applicabilité et surtout par l'économie et la simplification dont elles sont la base. Nous reviendrons dans un autre moment sur cette question de la clarification et de l'emploi de l'albumine que nous regardons comme fort inconsidéré en théorie aussi bien qu'en application.

Observations sur l'emploi du noir. Voici enfin le noir avec tout son cortége, depuis la fabrique de noir, le moulin, la bluterie, jusqu'à la révivification. Le raffineur ne fait pas son noir; soit, mais il l'achète, il en paye la fabrication et la valeur. Il s'en sert sous deux formes, noir fin et noir en grains; il le lave, le revivifie, le lave encore, puis le vend... Tout un monde d'engins et d'ouvriers, toute une affaire dans l'affaire générale! A quoi bon?

A décolorer les sucres, à blanchir les clairces, à enlever la chaux des sucrates; car il fait tout cela, ce noir, non pas à triple effet, mais à effets multiples : sans lui, pas de sucre, pas de raffinage possible! Voilà le langage et les idées sucrières.

Quelques dissidents disent bien tout bas : Si l'on pouvait s'en passer! Mais c'est tout bas, timidement, ou du moins sans rien tenter pour l'accomplissement de ce vœu intime.

A Nantes et dans les environs, il est *reconnu* qu'on ne peut plus cultiver la terre et lui faire faire son devoir de nourrice universelle[1] sans lui assurer sa provision de noir usé de raffinerie; ce noir doit contenir tant d'azote et tant de phosphate, d'après telle analyse, sans quoi tout est perdu.

Tout cela et beaucoup d'autres aberrations utiles à la bourse et à la gloriole de quelques-uns, nuisibles au plus grand nombre, mille affirmations de ce genre ne nous empêcheront pas de penser et de dire : A quoi bon?

MM. Bussy et Payen ont trouvé les raisons, causes et motifs de la décoloration opérée par le noir; nous ne les nions pas;

1. *Alma Parens!*

nous savons que le charbon décolore, nous savons qu'il absorbe, nous savons que l'industrie des noirs animaux enrichit bien des individus, et pourtant nous répétons encore : A quoi bon?

Laissons les os à l'agriculture, à la fabrique de gélatine, à celle de cyanure ou de bleu de Prusse; laissons le noir fin aux fabricants de cirage, le noir d'ivoire aux peintres en bâtiment; rappelons-nous que nous faisons du sucre et cherchons à quoi est bon le noir dans notre fabrication.

La réponse est fort simple, quoique complexe :

1° Le noir sert à faire débourser à la sucrerie une somme considérable en prix d'achat;

2° Il sert à lui faire construire des séries de filtres fort coûteux èt fort gênants;

3° Il sert à employer un quart de main-d'œuvre de plus que celle qui serait nécessaire pour une bonne filtration mécanique;

4° Il sert à faire construire des bacs de lavage, des hélices, etc., et à dépenser de l'acide quand on s'en sert;

5° Il sert à perdre 1 ou 2 pour 100 de son poids de sucre, qui y reste engagé après le dégraissage, sans compter celui qui est perdu dans les eaux faibles de dégras, dans les eaux acidules, etc.;

6° Il sert à faire construire des fours et des engins de revivification, et à donner de la bèsogne inutile à cinq ou six ouvriers qui seraient mieux occupés ailleurs et plus fructeusement.

Voilà certainement à quoi il sert, sans parler de la malpropreté qu'il apporte et que nous comptons à peine pour mémoire.

Sert-il vraiment à décolorer, et s'il décolore, cette décoloration est-elle utile? Ne peut-on s'en passer et supprimer l'emploi si agréable de ce noir, gros ou fin? C'est là ce qu'il convient d'étudier si l'on veut savoir à quoi le noir est bon.

Première question. — *Le noir décolore-t-il en réalité?*

Oui, certes, le noir est un bon décolorant; nous ne songeons nullement à le contester. Nous admettons volontiers ce qui est démontré, que le charbon, et notamment le charbon animal, jouit de propriétés absorbantes très-prononcées, qui agissent principalement sur les gaz et les matières colorantes.

Nous allons plus loin et nous disons que, de tous les agents possibles, décolorant par voie d'absorption, le noir est le plus avantageux en principe et en fait. Ce n'est donc pas de notre part un parti pris de nous poser en adversaire du noir d'os; nous voulons seulement qu'on lui rende justice en mal comme en bien; nous voulons que l'on ne se prononce qu'après avoir vu de quel côté se porte la balance.

Le noir décolore par absorption, mais il ne détruit pas la matière colorante; il ne s'y combine même pas chimiquement: ce n'est donc pas un agent complet de décoloration.

Il y en a d'autres qui décolorent mieux que lui et plus complétement. Nous n'en citerons qu'un seul exemple, pour faire voir seulement que l'on peut s'adresser à d'autres agents en sucrerie. Que l'on prenne un moût chaulé et débourbé, renfermant un excès de chaux suffisant, tel que 1,5 à 2 millièmes, et qu'on le neutralise à peu près par le sulfate d'alumine. Il se formera du sulfate de chaux, et de l'alumine sera mise en liberté, qui formera immédiatement une laque avec la matière colorante, en sorte que la liqueur, débarrassée de cette laque, présentera une décoloration réelle, beaucoup plus nette que celle produite par le noir, sans qu'il y ait coloration nouvelle à la cuite.

Il y a ici une difficulté, celle de la filtration; nous en convenons, et nous ne donnons cet exemple que pour démontrer que l'on peut décolorer sans noir en sucrerie.

Il y a bien d'autres agents possibles qui décolorent mieux que le noir et n'entraînent pas à un attirail aussi considérable.

Quant à l'utilité du noir en raffinerie comme décolorant, nous la nions donc absolument, et nous donnerons plus loin les motifs et les preuves de cette opinion.

Deuxième question. — *Si le noir décolore, cette décoloration est-elle utile?*

Dans la situation et avec les errements de la fabrication et de la raffinerie actuelles, nous disons nettement : Non!

Il suffit de se reporter à l'action des divers agents sur le sucre pour voir clairement que, avec la présence des sucrates, il faudrait employer le noir dix fois et peut-être plus pour n'avoir que des sirops blonds en fabrication. Toutes les fois que l'on chauffe un sirop contenant un sucrate, il se forme de

l'acide mélassique et le sirop se colore. Nous ne comptons pas même la caramélisation, qui n'offre pas d'importance en Europe.

C'est donc à enlever les sucrates ou plutôt à éliminer les bases, telles que la potasse, la soude et la chaux, qu'il faut s'attacher en fabrication, pour que la décoloration par le noir ait un effet utile et que la coloration ne se reproduise pas à chaque concentration.

En raffinerie, on n'est pas placé dans les mêmes conditions.

Les sucres bruts ne sont que peu acides ou peu alcalins; on les neutralise tant bien que mal par les mélanges. Il en résulte que, lorsqu'on cuit des clairces blanchies à force de noir, et Dieu sait combien on en use, ces clairces ne prennent pas beaucoup de coloration à la cuite. Elles en prennent encore cependant beaucoup trop, et cela prouve que les sucres n'ont pas été bien neutralisés à la refonte.

Si l'on cuisait, en effet, dans le vide, du sirop fait avec du sucre blanc, bien neutre, un tel sirop ne se colorerait pas ou presque pas à la concentration. Le fait se voit tous les jours chez les confiseurs et même chez les raffineurs, et les premiers opèrent souvent à feu nu.

Ce n'est donc pas le noir qui empêche les sucres décolorés de noircir ou de brunir à la concentration; c'est la neutralité des sirops, l'absence des sucrates et des acides. Rien de plus. Nous donnons plus loin quelques indications sur la marche à suivre pour atteindre sûrement ce but.

La véritable réponse à cette question est donc celle-ci. Le noir décolore, il est vrai; d'autres corps décolorent aussi; mais *cette décoloration n'est utile qu'à la condition formelle de prévenir le retour de la coloration*, ce à quoi on ne peut arriver que par la neutralisation exacte des sirops.

Puisque nous avons parlé de cette neutralisation, disons tout de suite comment on croit la faire en raffinerie.

On a des sucres exotiques acides et des sucres indigènes alcalins. Tout cela varie énormément. On les mélange à la refonte pour combattre l'acidité des uns par l'alcalinité des autres, sans aucune certitude, suivant la routine ou l'arbitraire.

Si l'on n'a que d'une sorte, on emploie la chaux ou un acide étendu, et l'on se guide sur le papier de tournesol ou sur un

papier réactif dont l'infidélité est notoire, surtout entre les mains des ouvriers. Voilà ce qui se pratique, et rien de mieux n'est tenté par les hommes qui sont à la tête de l'industrie, qui parlent du sucre et en font. Nous avons vu des directeurs de raffinerie, chimistes ou passant pour tels, qui n'agissaient pas autrement.

Rien de tout cela ne doit être livré au caprice, au hasard; tout doit être prévu, calculé; mais on ne le fait pas, et notre devoir est d'en dire la cause.

Un raffineur ne raffine pas par lui-même. Ce n'est presque jamais un industriel; c'est un négociant, un spéculateur. Il faut à cet homme un directeur et des contre-maîtres, dont il écoutera les dires sans trop les comprendre: content, s'il fait autant de sucre et d'aussi vendable que ses collègues; furieux, s'il n'en est pas ainsi, ou bien si le stock a trompé ses espérances.

La lourde tâche incombe au directeur : il devrait faire des essais, des vérifications, des analyses, voir tout par lui-même. C'est beaucoup exiger; car la partie commerciale, les achats, les emmagasinements, les livraisons, le noir, la houille, les générateurs, les machines lui donnent déjà beaucoup de tracas : il se repose donc sur les contre-maîtres. C'est plus simple et moins fatigant.

Ceux-ci font faire aux ouvriers ce qu'ils ont fait quand ils étaient ouvriers eux-mêmes; ils maugréent contre toute amélioration, voient de mauvais œil toute tentative, tout changement; ils craignent, avant tout, d'avoir à modifier leur chère routine, et tout va pour le mieux.

TROISIÈME QUESTION. — *Peut-on supprimer l'emploi du noir?*

L'affirmative ne peut être douteuse pour les hommes sérieux, pour les industriels vraiment manufacturiers qui voudront prendre la peine de réfléchir.

Le noir ne rend pas la moitié des services nécessaires pour compenser les ennuis et les dépenses qu'il occasionne. Il ne décolore pas mieux qu'autre chose : en fabrication, il peut être remplacé par une meilleure défécation; en raffinerie, la turbine et la neutralisation des sucres le rendent entièrement inutile. Nous ne voyons donc pas comment on peut s'obstiner

à en conserver l'usage avec une opiniâtreté qui nous paraît inexplicable.

La turbine, dont il a été parlé suffisamment, joue en raffinerie un rôle extrêmement utile : nous la croyons appelée à rendre encore de plus grands services.

Son emploi actuel la consacre à la purge forcée et rapide des cristaux de recuits, obtenus par la concentration des sirops d'égout. C'est là une excellente chose qui restera dans la pratique, parce que c'est une fonction vraie de cet instrument Mais la turbine n'a-t-elle que cela à faire? ne peut-elle pas aider à la suppression des noirs, à la purification préalable et à la décoloration des sucres bruts?

C'est ce que nous allons exposer rapidement, en nous réservant de revenir sur ce point capital en temps utile.

Supposons que nous n'avons pas un grain de noir à notre disposition; nous avons brûlé nos vaisseaux et il faut fabriquer et faire beau et bon... La situation paraîtrait fort tendue à plusieurs qui, nous l'espérons, vont la trouver fort simple,

Nous soumettons nos sucres à la turbine, et nous clairçons jusqu'à blancheur à peu près parfaite. Cette simple opération nous conduit à une grande pureté relative. Nos produits turbinés, devenus blancs à l'aide d'un jet de vapeur, s'il le faut, sont, à peu de chose près, débarrassés des eaux-mères et des sucrates, aussi bien que des sels et des acides.

Nous mélangeons cependant les provenances à la refonte, afin d'assurer la neutralisation; nous n'employons ni sang ni noir fin; nous filtrons à chaud, avec ou sans pression, sur une matière inerte.

Enfin, nous cuisons. Notre sirop ne se colore pas, par l'excellente raison qu'il ne contient pas d'alcalis, de sucrates alcalins, ni d'acides, et que nous ne pouvons caraméliser à la température de cuite dans notre chaudière à cuire dans le vide. Nous faisons cristalliser et, et après une nouvelle purge à la turbine, nous avons les meilleurs sucres du monde pour faire nos clairces.

Nous traitons de même tous nos sucres sans noir; la turbine le remplace et, comme nous faisons une neutralisation exacte, nos produits, presque blancs, traités par nos clairces préparées sans noir, nous donnent des sucres aussi purs et aussi beaux que l'on puisse désirer.

Les produits secondaires, rapprochés, sont traités par la même méthode.

Nous reparlerons de cela; mais cette marche nous paraît assez logique et appuyée d'assez de preuves pour que l'on puisse affirmer, sans crainte, que l'on peut et l'on doit se passer de toute espèce de noir, en raffinerie, avec le seul secours de la turbine.

Les seuls principes inattaquables qui régissent le raffinage des sucres prismatiques consistent donc dans la nécessité d'une cristallisation nouvelle, dans le lavage au sirop saturé; enfin, dans la production de cristaux simples, assez petits pour qu'ils soient purs, assez volumineux pour présenter un *beau grain*, une belle apparence commerciale.

Nous allons maintenant passer en revue les différentes causes d'altération qui agissent sur les sucres bruts après leur fabrication, afin de mettre les manufacturiers en garde contre ces accidents, qui se traduisent tous par des pertes plus ou moins importantes.

III. — DES CAUSES DE DÉCOMPOSITION ET D'ALTÉRATION DES SUCRES.

Le lecteur a étudié, dans notre premier livre, l'action des acides, des alcalis et des ferments sur le sucre; il a été donné à ces divers égards les détails nécessaires à l'intelligence des procédés de la fabrication, et nous n'y reviendrons, dans ce chapitre, que pour ce qui nous paraîtra indispensable.

Nous avons effleuré les circonstances principales dans lesquelles on voit se produire une altération des sucres bruts ou raffinés; mais les *causes intimes* de cette altération ne semblent pas avoir été exposées suffisamment, pour que le fabricant de sucre se rende un compte exact de ce qui se passe dans la presque totalité des cas. Cette question est d'une grande importance pour le raffineur et pour le fabricant; aussi croyons-nous leur être utile en groupant ici quelques observations qui y sont relatives.

Que l'on se tourne de tel côté que l'on voudra, on rencontrera toujours, dans les produits extraits de la nature vivante, la même cause normale d'altération, de destruction, de simplification. Partout, le ferment est l'agent employé pour ramener

tous ces corps à un état tel qu'ils deviennent aptes à rentrer dans le mouvement général.

C'est précisément cette simplicité de but, cette uniformité d'action, cette sublime monotonie de l'agent qui fait prendre le change à nos classificateurs, dont le désespoir éternel sera de ne pouvoir astreindre la nature à marcher avec les lisières dont ils prétendent tenir les extrémités. Comment pourraient-ils, en effet, se décider à voir clair dans les opérations naturelles, si simples et si logiques, lorsqu'ils ne se plaisent que dans le complexe et l'antirationnel? Aussi les voyons-nous s'ingénier en mille élucubrations bizarres, afin d'expliquer par le fantastique de leurs rêves ce qui est de la simplicité la plus élémentaire.

Le sucre, *à l'air libre*, est *inaltérable*, lorsqu'il est *pur et sec.*

Si donc il subit une altération quelconque, c'est qu'il n'est pas pur ou qu'il n'est pas sec.

Altérations du sucre raffiné. — Le sucre raffiné est assez sensiblement pur pour n'avoir rien à redouter des causes atmosphériques d'altération, pourvu qu'on le conserve à l'abri de l'*humidité.*

Dès qu'il est *humide*, les *poussières azotées*, si abondantes dans l'air, agissent sur lui comme de véritables *ferments*, et nous ferons voir tout à l'heure que ces corpuscules sont de véritables ferments, en sorte que les sucres raffinés humides, exposés à l'air, ou en contact avec des matières organiques azotées, peuvent éprouver une fermentation plus ou moins active.

« Une autre détérioration des mêmes sucres, dit M. Payen, se manifeste surtout durant les chaleurs des mois de juillet et d'août; elle résulte du développement de petits champignons microscopiques, dont la végétation, imperceptible d'abord, creuse à la surface des pains de sucre un grand nombre de petites cavités, offrant alors la couleur grise, brune ou rosée, qui caractérise plusieurs variétés de ces sortes de *parasites*. Cet accident s'est manifesté sur les sucres en pains dans plusieurs raffineries ou magasins de France, en Hollande, et très-probablement dans différentes autres contrées, où cette altération a pu passer inaperçue. Les pains de sucre ainsi tachés ont occasionné des dommages notables aux industriels qui ont été obligés de les *refondre* et de les raffiner une deuxième fois.

Mais on n'a constaté aucun inconvénient résultant de la consommation de ces sucres. »

Nous aurions été fort étonné, en vérité, de ne pas voir M. Payen trouver au sucre son champignon ; après ceux de la betterave, de la pomme de terre, de l'olivier, du blé, de la vigne, il faut bien que le sucre ait le sien, si petit ou microscopique qu'on le suppose. Cela est vrai pourtant : le sucre offre son champignon tout comme autre chose, plus nécessairement qu'autre chose, par la raison qu'il est sucre ; mais M. Payen fait erreur lorsqu'il regarde le développement du champignon comme la cause de l'altération des sucres : c'est justement tout le contraire qu'il aurait fallu dire.

Le savant professeur se trompe encore lorsqu'il regarde une teinte quelconque comme *caractéristique* de ces champignons ; ces êtres affectent toutes les colorations, puisqu'ils empruntent celle des liquides et des milieux dans lesquels ils vivent, sans avoir d'autre coloration propre que celle de la fibrine lavée, de la levûre purifiée.

Enfin, M. Payen se trompe une dernière fois, dans le passage que nous venons de citer, lorsqu'il appelle les champignons du sucre des *parasites*. *Un être n'est parasite que lorsqu'il puise sa nourriture dans les tissus d'un autre être vivant du même règne*. Le champignon est vivant, c'est un végétal ; mais le sucre n'est pas vivant, ce n'est pas un végétal, ce n'est pas un être organisé, c'est un produit organique dont la forme cristalline ne permet pas la moindre confusion.

Fort heureusement pour nous, nous n'avons pas reçu la tâche de relever les erreurs de tous les écrivains qui parlent à l'aventure ; mais M. Payen a touché au sucre, et il importe de ne pas laisser passer des inexactitudes et des affirmations erronées qui pourraient trouver quelque créance à l'abri de sa réputation.

M. Payen n'a pas observé les débuts de l'altération dont il parle ; il n'a vu que la fin et il a laissé le commencement de côté. Il a confondu avec un acte de parasitisme la production la plus fréquente qui soit, celle des moisissures sur les objets humides, par une température suffisamment élevée. Il n'y a personne qui n'ait été à même de remarquer la rapidité avec laquelle la moisissure se produit dans les chaleurs humides de l'été, et les observations que nous avons faites sur ces corps

élémentaires seront rendues très-compréhensibles par ce qui se passe sur le sucre.

A l'époque des chaleurs humides, le sucre condense facilement l'humidité atmosphérique ; mais les gouttelettes agglomérées ne restent pas sur les points unis et lisses de la surface, elles se logent dans les dépressions que l'on y observe à l'œil nu, mais surtout, et très-aisément, à la loupe.

Or, l'air charrie en tout temps, et surtout dans cette saison; la saison des trop fameux *oïdia*, une multitude incommensurable de corps azotés, sphéroïdaux ou ovoïdes, qui ne sont autre chose que des globules de ferments, dont la figure 43 donne l'idée exacte.

Ces corpuscules s'attachent à la surface des corps qu'ils rencontrent et ils y sont retenus par l'humidité. Si le corps peut leur fournir une alimentation suffisante, si l'humidité ne vient pas à leur faire défaut, si la température ne s'élève pas ou ne s'abaisse pas au delà de certaines limites, ils absorbent l'humidité et, avec elle, les principes nutritifs qu'elle tient en dissolution. La nutrition détermine un dévelopement rapide de ces ovules, et il suffit de quelques heures pour qu'ils commencent à se multiplier.



Fig. 43.

Leur reproduction a lieu par voie herniaire; on commence par voir apparaître sur un point latéral de leur surface une sorte de gonflement indiqué par la figure 44. Ce gonflement se transforme en une petite hernie qui finit par constituer une cellule close, entièrement semblable à la cellule primitive. La jeune cellule reste attachée à sa mère ou elle s'en sépare; mais, en tout cas, elle s'accroît et se reproduit de la même manière. Il arrive que la cellule mère donne naissance à deux ou trois cellules secondaires, ou même à un plus grand nombre; de toutes ces cellules secondaires, il en naît d'autres qui se multiplient tour à tour, en sorte que le système entier représente une sorte de grappe irrégulière.

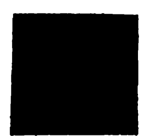


Fig. 44.



Fig. 45.

Parfois aussi, de la base de la cellule mère, il part latéralement des cellules allongées qui constituent une sorte de lacis

radicelloïde, auquel on a donné le nom de *mycelium* (fig. 45). Les cellules des embranchements supérieurs s'allongent, et il peut arriver que le point de contact se perce d'un trou qui transforme la série en un tube plus ou moins allongé, parfois interrompu. On constate encore assez souvent des cellules terminales plus grosses que les autres, dans lesquelles se trouvent amoncelés, le plus souvent dans un liquide, des ovules très-ténus qui ne sont autre chose que de véritables œufs, des graines très-réelles, dont la seule différence avec les graines proprement dites consiste en ce qu'elles constituent un être entier sans périsperme.

Telle est la partie la plus saillante de l'histoire de ces végétaux microscopiques auxquels MM. les nomenclateurs ont donné différents noms, basés le plus souvent sur leurs ressemblances extérieures.

C'est encore textuellement l'histoire du champignon du sucre, qui commence par n'être qu'un simple globule azoté, charrié par l'air, lequel s'attache aux points humides des pains de sucre. Il y trouve largement ce qu'il lui faut pour s'accroître : humidité, matière azotée et sucre; il s'accroît, se multiplie et finit par arriver, en quelques jours, au développement indiqué dans la figure 45.

Avoir étudié cette altération, c'est avoir indiqué le moyen préventif à y opposer. Il suffit, en effet, de maintenir les sucres dans une atmosphère sèche et à l'abri de la poussière, pour que ces champignons ne puissent plus se produire, et qu'ils cessent d'inspirer des craintes aussi terribles à ceux qui voient des cryptogames partout.

L'étude de ce genre d'altération nous conduit encore à faire un reproche à M. Payen, ou plutôt à toute l'école moderne, qui emploie sans discernement le mot *spontané*. Cette expression signifie littéralement : qui se fait tout seul, sans cause, Nous ne connaissons pas encore d'effet sans cause et, dès lors, on doit rejeter cette expression.

Il n'y a donc pas d'altérations spontanées des sucres [1], pas plus qu'il n'y a de générations spontanées. Partout où il y a altération, il y a matière altérée et cause d'altération ; partout où il y a génération, il y a reproducteur et corps reproduit...

1. Payen. *Des substances alimentaires.*

Mais ceci nous entraînerait trop loin, hors de notre sujet. *L'altération des sucres raffinés provient donc de l'humidité, qui permet aux ferments atmosphériques de s'y attacher et de se développer dans les cavités de la superficie.* Pour l'observateur qui juge à l'œil nu, ces sucres ainsi altérés offrent *seulement* des traces de moisissures, et cette manière de voir en vaut bien une autre.

Quand les sucres raffinés n'ont pas été bien séchés, bien étuvés, ils conservent de l'humidité interposée entre leurs cristaux, et il peut arriver que de tels sucres ne présentent plus aucune cohésion et tombent en une poudre grossière plus ou moins humide. Ce fait n'arrive jamais pour les sucres bien secs, dont le clairçage a été bien fait. Nous ne nous y arrêterons pas.

Altérations des sucres bruts. — Les altérations des sucres bruts dépendent de la présence de l'eau, des acides, des alcalis et des ferments.

Les sucres mal séchés, mal turbinés, auxquels la fraude ou la maladresse a conservé quelquefois un léger excès d'humidité, sont sujets à passer, pour partie, à l'état incristallisable, sous l'influence des alcalis ou des acides qui se trouvent dans l'eau-mère dont les cristaux sont encore imprégnés. On comprend que, sous l'influence de la chaleur humide, de tels sucres sont très-aptes à fournir aux ferments atmosphériques, ou à ceux qu'ils contiennent eux-mêmes, les conditions les plus favorables au développement des moisissures.

Cette cause d'altération est inhérente avec celles que nous allons examiner, et il est très-difficile de l'en séparer complétement.

L'altération par *cause acide* n'attaque jamais les sucres bruts indigènes, lesquels sont toujours un peu alcalins; c'est une altération spéciale aux sucres exotiques.

Les sucres fabriqués avec la canne, sans défécation ou avec une défécation insuffisante, présentent toujours un degré notable d'acidité. Il est digne de remarque que les acides, développés dans les vesous, possèdent l'action destructive la plus énergique sur le sucre de canne, qu'ils transforment très-rapidement en sucre incristallisable. Et il ne s'agit pas ici d'une action infinitésimale, à effets microscopiques. On a vu des ex-

péditions de sucre qui avaient perdu jusqu'au quart de leur poids dans le trajet de New-York à New-Orléans, et un planteur brésilien nous a affirmé que ce triste résultat avait été constaté dans le transport, depuis sa fabrique, située dans l'intérieur, jusqu'à Bahia.

On voit très-souvent, en Amérique, la mélasse suinter des barriques ou boucauts de sucres sur les quais d'embarquement, bien que les sucres aient été embarillés secs en apparence.

Cette altération se produira toujours dans les sucres exotiques qui n'auront pas été bien neutralisés et bien séchés. La défécation seule, et une défécation sérieuse, peut arrêter cet inconvénient, qu'il est aussi facile de prévoir que de prévenir.

Il y a là matière à un enseignement pour le raffineur qui traite les sucres exotiques; il ne doit acheter ces sucres qu'à la balance, à découvert, et il ne doit jamais les emmagasiner, s'il ne veut perdre très-promptement sur la quantité livrée. C'est à cette cause principalement qu'il convient d'attribuer les pertes subies par le raffinage sur certaines sortes de sucres exotiques.

Nous ne confondons pas tous les produits de la sucrerie exotique dans ce reproche; tant s'en faut. Il y a tels sucres, provenant du traitement de la canne, qui sont d'une qualité supérieure à la moyenne des sucres indigènes; mais ce fait est encore aujourd'hui l'exception, lorsqu'il devrait être la règle générale.

Ce que nous venons de dire se rapporte à ces *sucres gras*, obtenus sans défécation, par les antiques procédés de la vieille routine.

Il n'en manque pas de cette sorte.

Nous avons dit maintes fois, et nous répétons encore, que l'outillage ne doit pas être pris à partie, que l'on peut faire de très-bon et très-beau sucre, même avec l'*équipage*, même à *feu nu;* cela est exact, malgré les prétentions des actionnaires ou partisans des appareils à effets multiples et autres articles de grosse ou menue chaudronnerie; mais cela n'est vrai qu'à la condition rigoureuse que l'on mettra en pratique les principes fondamentaux de la sucrerie. C'est là ce que les planteurs et les colons ne veulent pas assez comprendre.

Un bon fabricant fera bien, même avec un piètre outillage; il fera très-bien, il atteindra la perfection, avec de bons in-

struments; le mauvais industriel, l'*homme-borne*, il y en a dans tous les genres, ne fera jamais rien de bon, quand même la chaudronnerie du monde entier s'associerait pour lui créer des machines à faire le sucre aussi parfaites que la machine à papier.

L'*altération due aux alcalis* est beaucoup moins grave que celle causée par les acides, et encore peut-on dire qu'elle est insignifiante, si les sucres ont été bien séchés. Dans le cas où la dessiccation n'a pas été suffisante, la présence des sucrates peut amener, au contraire, des inconvénients très-notables. Leur action est à peu près nulle à froid, il est vrai; mais s'ils sont accompagnés de matières azotées, les sucres peuvent présenter la plupart des phénomènes de la fermentation dite *ammoniacale*.

Les *alcalis* rendant soluble une certaine proportion des matières albuminoïdes, il existe de ces substances dans l'eau-mère d'interposition, et elles s'y trouvent dans une sorte de combinaison avec la chaux. Peu à peu cette combinaison se détruit, et la matière albuminoïde devient libre, pendant qu'il se fait une nouvelle proportion de sucrate. Sous l'influence de la chaleur humide et, probablement, d'un courant électrique qui s'établit dans la masse, il se dégage de l'ammoniaque libre. Nous avons été à même d'observer ce phénomène une dizaine de fois sur des sucres conservés en magasin depuis plusieurs mois.

Il est clair que c'est à l'alcalinité des sucrates que l'on doit le dégagement de l'ammoniaque; il n'est pas moins évident que cet ammoniaque est dû à la décomposition des matières albuminoïdes, dans la plupart des circonstances. Il nous est cependant arrivé une fois de rencontrer ce dégagement d'ammonniaque, très-sensible à l'odorat, sur des sucres qui ne présentaient aucune trace de matière albuminoïde; mais, en revanche, on pouvait y déceler le sulfate d'ammoniaque qui s'était produit ou avait été introduit dans la fabrication.

Le *sucrate de chaux* et le *sulfate d'ammoniaque* se décomposent mutuellement, bien qu'assez lentement. Il se forme du sulfate de chaux, du sucre est mis en liberté, et il se dégage de l'ammoniaque.

En présence de la *fermentation ammoniacale*, une partie du sucre passe à l'état *incristallisable*. Le sucre, qui paraissait sec,

devient gras et visqueux; il colle aux doigts et offre des difficultés au raffinage par la mousse qui se produit, surtout à la cuite. Il n'est pas rare que l'on ait à constater un déchet excédant de 4 à 5 p. 100 sur ces produits.

Comme on a pu le voir dans les observations qui précèdent, l'alcalinité des sucres bruts ne paraît pas être une cause radicale d'altération, si le produit est bien sec et s'il ne renferme pas de ferments ou de matières azotées qui puissent favoriser le développement des produits ammoniacaux.

C'est donc à bien sécher les sucres que le fabricant doit s'attacher d'abord; mais ensuite il importe beaucoup de ne pas rendre soluble une portion notable d'albumine végétale. La défécation ne doit pas se faire, pour cela, à une température supérieure à + 80°; on doit éviter l'excès de chaux ou la présence des acides; il convient d'amener les jus à un état très-peu alcalin et voisin de la neutralité.

Il est évident encore que, par des soins intelligents apportés au turbinage, on peut chasser des sucres bruts la presque totalité des sucrates et ne conserver que des traces presque insensibles de matières albuminoïdes, en sorte que cette opération bien faite, suivie d'un séjour suffisant à l'étuve, peut éviter la plupart des altérations que nous venons de signaler.

Nous terminerons ces rapides observations par quelques mots sur l'action des ferments, action si capitale et si redoutable, que l'industriel ne devrait jamais la perdre de vue lorsqu'il traite des substances d'origine organique.

Action des ferments. — La plupart des ferments sont précipités par la chaux, ainsi que les matières qui seraient aptes à les reproduire. Les sucres indigènes ne présentent donc que très-rarement les phénomènes de la fermentation proprement dite, à l'exception de quelques circonstances dont nous parlerons dans un moment. Cependant, lorsqu'ils ne sont pas secs, si la température s'élève notablement et qu'ils soient exposés au contact des poussières, il peut s'y développer des moisissures analogues à celles du sucre raffiné.

Nous avons constaté la présence de ferment bien caractérisé et la fermentation régulière, avec ses phases alcoolique et acétique, sur un échantillon de sucre qui avait été exposé à l'air et avait absorbé beaucoup d'humidité. C'est même à l'occasion

de ce phénomène que nous avons fait des recherches suivies, pour savoir si les globules azotés de l'air sont, en réalité, un véritable ferment, et voici les observations que nous avons faites à ce sujet.

Nous avons recueilli des moisissures en divers endroits, sur de vieux murs, sur des planches exposées à l'humidité, sur des tuiles; ces moisissures ont été agitées avec soin dans l'eau, puis les parties les plus ténues ont été décantées et lavées à plusieurs reprises. Examinés au microscope, tous les échantillons des dépôts se composaient à peu près exclusivement de globules ovoïdes, dont la cavité intérieure était révélée par la réfraction particulière produite par les corps kystiformes; quelques-uns de ces globules offraient un commencement de renflement herniaire.

Chaque échantillon ayant été mis séparément en contact avec du sucre incristallisable venant du sucre de canne raffiné et de l'eau à la température moyenne de + 22° centigrades, la fermentation alcoolique s'y développa en une heure, avec les phénomènes habituels.

Ayant ensuite ajouté à chaque échantillon un peu d'eau de farine filtrée et tiède, nous pûmes constater que la reproduction par voie herniaire se faisait normalement, comme celle de la levûre de bière se fait dans les solutions sucrées albumineuses.

Après cette première série d'expériences, dont le résultat

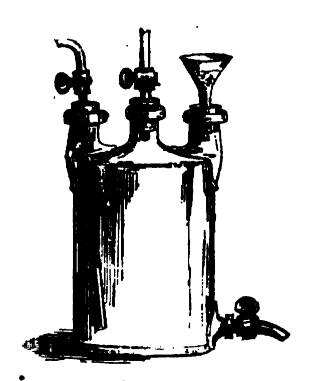


Fig. 46.

remarquable attestait l'identité et l'unité des cellules élémen-

taires azotées, considérées comme ferment, nous disposâmes l'appareil indiqué par la figure 46. Le vase tubulé, rempli d'eau par le robinet supérieur latéral, portait à sa tubulure médiane un petit robinet et, à la troisième, un entonnoir garni d'un tampon de coton, bien lavé à l'acide sulfurique faible, puis à l'eau, et séché. Les robinets supérieurs étant fermés, le robinet d'écoulement inférieur fut ouvert, et le liquide, en s'échappant, fit pénétrer dans le vase un volume d'air de 8 litres, qui dut se tamiser à travers le tampon de coton et y déposer tous les corpuscules entraînés ou suspendus. Lorsque le vase fut vidé, on ferma le robinet inférieur et l'on ouvrit les robinets supérieurs; puis, le vase étant rempli à nouveau, on ferma ces deux robinets et l'on ouvrit la vidange. Cette manœuvre fut renouvelée quarante fois, en sorte qu'il passa sur le coton 320 litres d'air.

Le coton était devenu grisâtre à la surface. On le lava et on l'agita dans l'eau, puis il fut exprimé fortement entre les doigts. On voyait nettement dans le liquide une foule de corpuscules suspendus. Le vase fut couvert, et l'on attendit au lendemain. Le liquide fut décanté et le dépôt du fond examiné au microcope avec un grossissement de 500 diamètres. La plus grande partie des corpuscules étaient des cellules ovoïdes closes qui furent reconnues pour des cellules azotées.

On versa le dépôt dans un peu d'eau albumineuse de farine, filtrée, sucrée par du sucre incristallisable; la fermentation alcoolique se manifesta dans le tube d'essai, après deux heures d'exposition au soleil, et l'on put constater la reproduction.

L'expérience était concluante, et l'on pouvait en déduire rigoureusement que les poussières atmosphériques, bien que très-peu homogènes, renferment une quantité très-considérable de globules azotés, aptes à jouer le rôle du ferment et analogues de tout point à la levûre de bière.

Les globules des moisissures sont également un ferment.

En présence de ces faits plusieurs fois répétés et constatés, que peut donc présenter d'étonnant ou de *spontané* la fermentation alcoolique de certains sucres humides et acidules ou neutres? Il ne faut pas supposer pourtant qu'un sucre acide, renfermant des ferments d'origine, ou bien ayant été exposé au contact des ferments de l'air, produira toujours les faits de la fermentation alcoolique; ce serait là une erreur capitale. La

fermentation se produira toujours, il est vrai; mais son produit ne sera pas toujours de l'alcool. Il pourra se faire des moisissures, de l'acide lactique, des productions lichénoïdes, etc., selon l'état de pureté du ferment et la nature des substances qui l'accompagnent.

Nous avons constaté la présence de l'*acide lactique* et du lactate de chaux dans plusieurs échantillons de sucre de betterave.

A quoi tient cette production qui ne peut se faire qu'aux dépens du sucre? Voici l'explication que nous croyons la plus rationnelle. L'acide lactique se produit aux dépens de la matière sucrée, lorsque le sucre est soumis à l'action du ferment accompagné de matière grasse, et qu'il est alcalin. La présence de la chaux favorise la formation de ce produit. On a pris l'habitude de combattre la mousse qui se forme quelquefois dans les chaudières par la projection d'une substance grasse, d'un peu de beurre principalement.

Il est vraisemblable que du beurre, retenant une assez forte proportion de caséine, aurait eté employé un peu à la légère, et à plusieurs reprises, pour arrêter la mousse dans des sirops trop alcalins où se trouvait de l'albumine dissoute. Après la cristallisation, une mauvaise purge, de la matière grasse et un peu de caséine ou même d'albumine sont restées interposées, en sorte que, sous l'influence de la chaux du sucrate, la fermentation lactique a pu fournir du lactate de chaux.

Nous avons constamment pensé, d'ailleurs, que l'emploi du beurre pour l'usage dont nous venons de parler ne pouvait présenter toujours une grande sécurité, à moins que cette substance ne fût parfaitement débarrassée des matières étrangères par deux ou trois fusions consécutives, suivies de décantation.

IV. — PRÉCAUTIONS A PRENDRE CONTRE LES ALTÉRATIONS DES SUCRES.

En résumé donc, il nous semble facile de prévenir les altérations du sucre, au moins celles qui sont connues jusqu'à présent. Le soin apporté aux opérations de la fabrication, l'enlèvement et la neutralisation des acides par une quantité de chaux suffisante, sans excès toutefois, une cuite *moyennement serrée*, c'est-à-dire une concentration moyenne, permet-

tant plus de fluidité des eaux mères et donnant du grain plus gros, une purge aussi complète que possible à la turbine et une bonne dessiccation des cristaux, telles sont les conditions de conservation qui regardent le fabricant.

Il va de soi que les sucres doivent être emmagasinés en lieu sec et à l'abri des poussières libres de l'atmosphère.

Quant au raffineur, son principal soin, outre la précaution d'acheter des produits bien fabriqués et en bon état, devra porter sur la condition de ses magasins.

Ils ne devront jamais être placés à un rez-de-chaussée humide; l'air doit y être renouvelé de temps en temps et à volonté par les temps secs. On doit pouvoir en dessécher l'atmosphère intérieure. Il suffit pour cela de disposer dans les coins des terrines, dans lesquelles on place quelques gros morceaux de chaux vive, que l'on renouvelle lorsqu'ils sont délités. Les portes et les fenêtres doivent pouvoir se fermer hermétiquement à l'aide de bourrelets bien ajustés; enfin, il ne convient pas que les premiers venus y pénètrent.

Loin de prendre toutes ces précautions, les raffineurs entassent les sacs de sucres dans des salles basses, où le froid humide et l'odeur de la moisissure saisissent celui qui y entre sans y être habitué; de l'eau, répandue partout dans les environs, soit par maladresse, soit pour les nettoyages, y entretient la cause principale de la fermentation et des moisissures, en sorte que l'on s'étonne à bon droit qu'ils osent se plaindre des altérations subies par leurs sucres bruts, tant ils font peu de chose pour les y soustraire.

Dans la plupart des fabriques et des raffineries, la négligence à cet égard semble être de règle.

Il est de toute impossibilité que l'on arrive à assurer aux sucres bruts une bonne conservation, si l'on ne cherche pas au moins à les soustraire aux causes d'altération connues et que nous avons indiquées. Cela est tellement vrai, que les raffinés mêmes peuvent s'altérer dans les conditions où on laisse les sucres bruts, qui offrent tous prise aux agents d'altération.

Les précautions à prendre se résument par la dessiccation la plus complète que faire se pourra, par l'aération des magasins, leur situation partout ailleurs que dans les rez-de-chaussée, à moins qu'ils ne soient au-dessus de sous-sols bien aérés

et secs, dans lesquels on a détruit les causes d'humidité et les vapeurs malfaisantes.

Mais c'est assez nous étendre à ce sujet, et nous n'avons pas besoin de plaider une cause gagnée par avance, car le bon sens le plus ordinaire, les moindres notions sur les sucres disent assez hautement aux fabricants et aux raffineurs ce que leur intérêt bien compris leur conseille de faire.

Nous entrons donc, dès maintenant, dans le détail des opérations que comporte la raffinerie industrielle, et dans l'étude de la méthode suivie généralement par les manufacturiers.

CHAPITRE II.

Description des opérations industrielles du raffinage du sucre prismatique.

Le raffinage doit être basé sur les principes qui ont été exposés; hors de ces principes, qui sont conformes aux règles de la chimie pratique, il ne peut y avoir de bonne purification d'aucun corps cristallisable.

C'est donc sur ces principes que sont fondés, en effet, les procédés de la raffinerie, aussi bien de l'ancienne méthode, aujourd'hui abandonnée, que de la nouvelle.

Nous avons à considérer le raffinage industriel des sucres sous différents points de vue.

Nous examinerons sommairement les principaux faits de la *pratique ancienne;* nous étudierons ensuite la *méthode moderne*, avec son *instrumentation*, sa *marche*, ses *procédés*, ses *résultats*.

Histoire sommaire de la raffinerie. — L'*histoire* de la raffinerie est assez obscure : on sait cependant que cette partie de l'art du fabriquant de sucre n'a pas, à beaucoup près, la même ancienneté que l'extraction proprement dite.

Les roseaux indiens donnaient, dans l'antiquité, leur miel comme aujourd'hui; mais les Indiens ne raffinaient pas le sel précieux.

Leur mode de traitement devait être de la même simplicité que celui qui est encore employé de nos jours par les producteurs de l'Inde gangétique : un écrasement plus ou moins grossier de la tige saccharine, une extraction incomplète du vesou, à l'aide de moyens primitifs, étaient suivis de la concentration au feu, ou même, selon toute probabilité, de l'évaporation par l'action du soleil asiatique. Le sel se déposait dans des vases de terre cuite ; le miel était utilisé sans autre préparation, et le sucre, séché, servait à des usages de médecine principalement.

Le seul mode de purification en usage, et seulement dans des cas exceptionnels, était identique avec celui qui a été décrit précédemment, et consistait surtout dans un lavage des cristaux, après lequel le sucre était pressé et séché. Ce genre de clairçage est encore pratiqué par les Indiens asiatiques.

Les Arabes, cette race intelligente, ce peuple à l'assimilation puissante, au génie actif, qui a créé ou retrouvé la médecine et la chimie, fit pour le sucre ce qu'il a fait pour l'*al-kohol;* il perfectionnait tout ce qu'il touchait, les arts mécaniques, l'agriculture, les sciences et la philosophie...

C'est dans la Perse, dans l'antique Khorassan, que se trouve le berceau de la raffinerie du sucre, selon l'opinion d'un écrivain juif. Après de longues années d'obscurité, les Vénitiens, maîtres de la mer Méditerranée et des échelles du Levant, cherchèrent à monopoliser le sucre purifié, comme les Hollandais monopolisèrent pendant longtemps le raffinage du borax, qu'ils tiraient également des Indes orientales.

Le raffinage vénitien était loin du nôtre ; il consistait dans la préparation du sucre candi ou du sucre cristallisé en gros cristaux ; plus tard, l'expérience leur vint, et ils opérèrent leurs cristallisations sous la *forme confuse*, dans des cristallisoirs coniques.

L'Allemagne avait avec Venise des rapports assez fréquents pour que le nouvel art de travailler le sucre passât de la reine de l'Adriatique jusque dans les contrées germaniques, où nous le trouvons établi modestement, mais sérieusement, vers la fin du seizième siècle.

Cinquante ans plus tard commence la raffinerie hollandaise, qui devait devenir en peu de temps la maîtresse absolue du marché européen.

La filière suivie par la raffinerie, à son origine européenne, n'a rien que de très-logique et de parfaitement naturel. L'Allemagne n'a été qu'un trait d'union, une transition, entre les deux peuples les plus commerçants, entre les deux premières puissances maritimes de cette époque. Après l'importation vénitienne, devait arriver forcément l'exploitation patiente de la Hollande.

Les Anglais n'étaient pas encore tout à fait ce peuple accapareur et égoïste qu'ils sont aujourd'hui ; ils ne savaient pas encore fureter partout, fouiller partout, à la découverte de ce qui peut leur être utile et qu'ils regardent aussitôt comme leur bien propre, comme chose anglaise, ou devant être anglaise. Ils n'arrivèrent que plus tard, à la fin de 1659, à surprendre, ou, plus probablement, à acheter la révélation des procédés allemands et hollandais.

Les Hollandais fabriquaient déjà de beau sucre à cette époque.

C'est vers 1692 que les colonies françaises des Antilles ont reçu communication des méthodes du raffinage par quelques sujets hollandais ; à partir de cette époque, la raffinerie s'est établie et étendue partout où il s'est trouvé un champ producteur pour le sucre.

Les progrès obtenus dans la méthode de purification des sucres étaient loin d'être fondés, comme de nos jours, sur les principes scientifiques ; sous le règne de l'ancien raffinage, la chimie était loin d'être ce que nous la voyons, ou plutôt elle n'existait pas. Quelqu'un eût été fort mal venu à prétendre que l'art chimique, regardé comme l'œuvre de Satan ou de Belzébuth, fût indispensable pour bien raffiner le sucre.

Il n'y avait encore dans le raffinage qu'une affaire de routine ; les habiles prétendaient posséder un tour de main particulier, une manière à eux de se servir de la bassine ou de l'*écumeresse ;* ils ne se reconnaissaient pas de supérieurs dans le grand art de diriger le feu, de prendre la preuve ; mais hors de là, tout était confusion, ténèbres, ignorance.

On faisait dissoudre du sucre dans de l'eau, on y ajoutait des blancs d'œufs, ou du sang, qui est venu plus tard ; on faisait monter les écumes, on les enlevait à l'écumoire ou écumeresse, puis on cuisait, on cristallisait, si faire se pouvait, on faisait égoutter le sirop ; puis venaient le terrage et l'étuvage.

C'était une affaire d'une centaine de jours que le raffinage d'un pain de sucre.

Voyons cependant avec quelques détails quelle était la marche de l'ancienne raffinerie, cette étude devant servir à nous faire toucher du doigt le véritable caractère des transformations qui se sont produites.

I. — ANCIENNE MÉTHODE DE RAFFINAGE.

L'instrument capital de la raffinerie était alors, comme pour beaucoup de raffineurs modernes, la chaudière à *clarifier*, le vase à préparer la *clairce*, le *sirop clair* ou la *clairée*, toutes expressions à peu près synonymes. Cette chaudière, dont nous donnons une coupe dans la figure 47, était un cylindre à fond

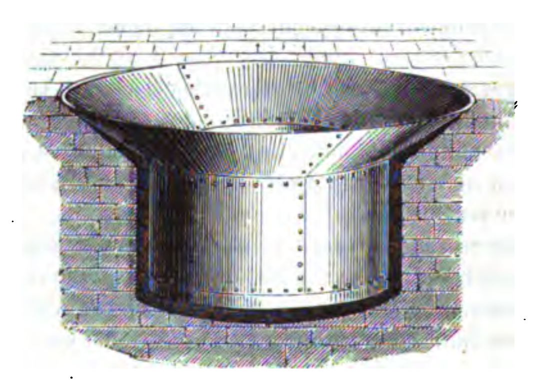


Fig. 47.

plat, d'un diamètre à peu près égal à la profondeur, et d'une capacité plus ou moins considérable. Elle était munie d'une bordure très-évasée au-dessus de son niveau supérieur, dont le but était de s'opposer à la sortie des écumes. Le second instrument était une seconde chaudière, une *chaudière à clairce* ou *à clairée*, dont les dimensions et la forme étaient à peu près les mêmes que la précédente, sauf l'évasement qui n'existait pas. On faisait aussi des chaudières à clairée de forme hémisphérique. Cette chaudière était tout simplement une chaudière de concentration, une sorte d'intermédiaire entre la chaudière à clarifier et la *chaudière à cuire*.

Celle-ci était sans bordure évasée, tout à fait semblable à la chaudière à clarifier.

Comme cela se comprend aisément, il n'était pas question d'un autre mode d'application de la chaleur que par le *feu nu;* aussi était-on obligé de donner au fond de ces chaudières une épaisseur plus grande que dans la partie cylindrique, afin qu'elles pussent résister plus longtemps à l'action du feu.

Des *mouverons* ou râbles en bois à long manche, des *blanchets* à filtrer en étoffe de laine, un *panier à passer,* quelques seaux et bassins, une grande écumoire surtout, l'*écumeresse,* comme la nommaient les ouvriers, complétaient cette partie du matériel.

La portion du matériel, les détails de l'instrumentation, usitée dans le traitement des *sirops à cristalliser après la cuite,* ne différaient pas sensiblement de leurs modernes correspondants. Les opérations étaient au fond les mêmes.

On avait les *rafraîchissoirs,* ou bacs à rafraîchir, à faire refroidir les sirops sortant de cuite, les *formes* et leurs *bacs,* les *becs-de-corbin* pour faire l'*empli,* le couteau à *opaler*...

Lorsque la cristallisation était faite, il fallait *primer* les formes, en y enfonçant la prime pour faciliter l'écoulement du sirop, les placer sur les *pots d'égout,* afin de faire la *purge.* On *lochait* ensuite les pains, on faisait les *fonds* et l'on procédait au *terrage.* Ce *terrage* était suivi du *plamotage,* d'un second *lochage,* enfin, de l'*étuvage.*

Nous faisons rapidement la description de toutes ces opérations, en prévenant le lecteur que nous nous bornerons à un exposé succinct, la plupart des manœuvres se retrouvant dans le travail moderne.

Observation générale. — La méthode ancienne était-elle assujettie à quelque principe fixe? C'est ce qu'il est assez difficile de décider d'une manière satisfaisante, car la seule pratique à peu près constante, qui s'y montre à l'observateur, consiste dans l'emploi du blanc d'œuf et dans la purification par écumage.

Une autre pratique se trouve dans l'emploi habituel de l'eau de chaux pour faire dissoudre le sucre, et comme on agissait sur du sucre de canne, dont l'état acide est presque l'état normal, la précaution n'était pas si mauvaise.

Il y a là quelque chose qui semble basé sur l'observation intelligente à défaut des principes de la chimie, qui étaient fort peu connus à l'origine de la raffinerie européenne; car, même lors de la création de la sucrerie indigène, on accorda bien moins d'attention à la purification du sucre qu'à son extraction.

L'action de l'albumine du blanc d'œuf ou du sang, bien que non approfondie dans ses causes, était parfaitement connue des anciens raffineurs, et ils savaient très-bien que ce corps agit sur le sucre en le *clarifiant*, c'est-à-dire en entraînant avec les écumes les impuretés tenues en suspension.

L'*écumoire* et *le blanc d'œuf* ont tenu pendant longtemps le sceptre de la sucrerie : la première, pour la fabrication du sucre brut; les deux réunis, pour la raffinerie, qui semblait n'exister que par l'écumage.

On écumait le vesou depuis la grande jusqu'au flambeau; on écumait le sucre fondu dans la clarification, et la production des écumes, suivie de leur enlèvement, était, au fond, toute la purification donnée au sucre brut. La deuxième cristallisation se chargeait de faire le reste, car on ne regardait pas le terrage pour ce qu'il est, pour un moyen de purification, on n'y voyait qu'un moyen de blanchiment, de décoloration.

Dans l'emploi du blanc d'œuf, il y avait donc l'application d'un principe ignoré et, dans leur fidélité à cet agent, les anciens raffineurs sacrifiaient à quelque divinité tutélaire inconnue... *Deo ignoto!* Ils ignoraient le phénomène de ce filtre mobile qui traverse un liquide, au lieu d'être traversé par lui, en enserrant dans les mailles de son tissu les particules les plus ténues; mais ils avaient observé; ils savaient que *le blanc d'œuf et le sang font monter des écumes*, et que ces écumes, en montant, purifient le sucre, le rendent *propre*, le clarifient. Ils savaient que l'on ne doit pas faire trop chauffer le liquide, si l'on veut que les écumes se séparent bien; et cela est rigoureusement vrai en fait.

Ils ne pouvaient se rendre compte de la dissolution d'une partie de l'albumine dans les solutions alcalines ou acides, ou même par une ébullition prolongée dans le sirop de sucre, mais ils avaient remarqué le phénomène, et ils en avaient déduit des conséquences.

C'est encore de cette dernière observation, de l'inconvénient qu'il y a de trop chauffer des liquides où se trouvent des écumes à monter, que dépend la disposition des équipages de la sucrerie de canne, dans lesquels les chaudières à écumer sont les plus éloignées du foyer, de la source de chaleur.

Enfin, l'observation leur avait appris encore que les sucres bruts, sucres de canne, les seuls connus alors, contiennent un principe acide qui exige l'emploi de l'eau de chaux, en quoi ils étaient doublement bien avisés.

Et d'abord, ils n'auraient pu maîtriser l'emploi de la chaux en lait, qui paraît encore si difficile à manier aux yeux des fabricants de certains pays à cannes.

En second lieu, il se produisait une seconde action dont ils ignoraient la cause, mais dont ils faisaient leur profit : c'est que l'eau de chaux, qui neutralisait l'acide du sucre, forçait aussi l'albumine à une faible combinaison calcaire qui donnait plus de densité aux écumes et en facilitait la séparation.

Mis à part ces deux faits constants, on peut dire que, pour tout le reste, chaque raffineur apportait, sur un point ou sur l'autre, quelque petite modification, quelque histoire à lui, qui était son secret, et à laquelle il attribuait sa réussite.

Clarification. — On faisait arriver de l'eau de chaux dans la *chaudière à clarifier*, puis on allumait le feu. Pendant ce temps, deux ouvriers, chargés d'espèces de *comportes*, de baquets munis d'anses ou d'un bâton transversal, apportaient le sucre en due proportion, qui se jugeait un peu arbitrairement, dans la chaudière, tandis qu'un troisième faisait du *mouveron* un usage énergique, afin de hâter la dissolution.

On laissait chauffer le liquide pendant trois quarts d'heure environ en l'agitant de temps en temps ; puis on y versait une pinte (2 litres) de sang de bœuf, ou une quantité équivalente de blancs d'œufs battus, que l'on mélangeait avec soin à l'aide du mouveron. Le mélange étant bien opéré (à une température inférieure à la coagulation de l'albumine), on laissait la liqueur en repos, soumise à l'action croissante de la chaleur.

Lorsque la solution sucrée était bien recouverte d'une couche épaisse d'écume et avant qu'elle montrât le premier bouillon, on arrêtait le feu, soit en l'éteignant, le plus souvent, soit en

fermant la porte du foyer et celle du cendrier pour empêcher l'accès de l'air.

Les écumes, que les courants ascendants et descendants produits par l'ébullition auraient entraînées et disséminées dans la masse, prenaient alors une certaine consistance à la surface et il était possible de les enlever, tandis que les substances plus lourdes, les impuretés terreuses et autres, se précipitaient au fond de la chaudière.

C'est la même marche que l'on suit pour écumer le pot-au-feu, et cette comparaison vulgaire est juste à tous égards. Il est trop tard pour enlever l'écume de la marmite lorsque l'ébullition, gagnant partout, a disséminé cette écume, cette albumine coagulée, dans toutes les parties du liquide bouillant; aussi faut-il que la cuisinière ne la perde pas de vue à ce moment.

C'est encore la même chose que nous avons indiquée pour une bonne pratique de la défécation, dans laquelle il faut s'arrêter et cesser de chauffer au premier bouillon, pour que les écumes prennent consistance à la surface et ne redescendent pas dans le moût déféqué.

Écumage. — Lorsque les écumes étaient bien réunies, la grande écumoire, l'écumeresse, commençait sa fonction. A elle d'extraire toute cette couche grisâtre de la surface. Cette opération devait se faire avec le plus grand soin et, lorsqu'elle était terminée, lorsque toutes les écumes étaient réunies dans un baquet placé à la portée du *clarificur,* on vérifiait le résultat.

L'écumeresse, trempée dans la clairce et examinée à contre-jour, permettait de distinguer les parcelles d'écume disséminée, suspendue, *qui n'avait pas monté,* et de juger de la limpidité de la liqueur.

Si l'examen n'était pas satisfaisant, s'il y avait encore du *louche* causé par des matières suspendues, on ajoutait un litre de sang délayé dans l'eau, et l'on faisait de nouveau coaguler par la chaleur et monter les écumes. Il pouvait arriver que cette opération fût renouvelée une fois encore ou même deux fois; elle était désignée par l'expression: *donner des couvertures.*

Les couvertures n'étaient donc qu'une nouvelle clarification, un complément de clarification, par l'addition d'une quantité moindre d'albumine, ajoutée jusqu'à ce que l'écumage fût parvenu à clarifier complétement le sirop, à rendre la *clairce* par-

faitement limpide, ce dont on s'assurait en en versant quelques gouttes dans une éprouvette en argent, suivant le procédé employé par les commerçants en vins, lorsqu'ils veulent faire vérifier ou vérifier eux-mêmes la limpidité de leur marchandise.

Qu'on nous permette ici une observation, que nous ne croyons pas dénuée d'importance, sur la comparaison à établir entre la *clarification* d'alors et la clarification d'aujourd'hui.

Qu'est-ce que la clarification? Une filtration par un filtre mobile qui traverse le liquide à filtrer. Pour s'en servir, il faut qu'elle soit complète, autrement elle est tout simplement un hors-d'œuvre.

Celle des anciens raffineurs, celle des confiseurs était complète; on la réitérait jusqu'à ce qu'elle le fût; celle de nos jours ne produit de clarification que par les filtrations mécaniques dont elle est suivie. A quoi sert-elle?

Les anciens clarifiaient, nous avons la filtration. Ils se passaient très-bien de noir fin et de noir en grains. Ils purifiaient leur sucre par une filtration intime, par une cuite et une cristallisation nouvelles que nous employons également; ils blanchissaient par le terrage; nous avons le clairçage et la turbine. De ces rapprochements nous concluons que la clarification au noir fin et au sang, que la clarification en partie double, puisque cette opération ne s'exécute en fait que par une filtration mécanique et non par des couvertures, nous paraît être la plus étrange anomalie industrielle que l'on puisse rencontrer.

Cela n'a rien, d'ailleurs, qui doive étonner. La raffinerie porte le drapeau sénile et décrépit des temps antédiluviens de la sucrerie; il faut qu'elle conserve, même malgré son intérêt, quelque bribe routinière d'autrefois; comme le vieillard du poëte, elle ne voit de beau que le temps passé[1]. Ce serait bien si c'était du culte; cela est mal parce que c'est routine, ignorance, aveuglement!

Azurage. — Beaucoup de raffineurs, désireux de donner à leur sucre cette légère teinte bleuâtre que les blanchisseuses donnent à leur linge par la *mise au bleu*, afin de détruire ou de masquer certains tons jaunâtres désagréables, introduisaient dans leur chaudière, après les couvertures, un peu d'indigo ou

1. *Laudator temporis acti...*

de bleu de cobalt. La matière colorante, réduite par la porphyrisation en poudre impalpable, était délayée dans une quantité d'eau convenable, puis le tout était passé à travers un molleton et mélangé avec le sirop.

Cette pratique n'a pas besoin d'être appréciée, et il suffit de l'énoncer pour qu'elle soit jugée, bien qu'on s'en serve encore dans plusieurs pays européens.

Passage au blanchet. — Lorsque la clarification était bien faite, on faisait passer le sirop dans la seconde chaudière ou chaudière à clairce ou clairée. Deux barres de fer transversales supportaient, au-dessus de cette chaudière, un panier d'osier très-solide et à tissu serré : c'était le *panier à passer*. Les dimensions en étaient assez variables; cependant un diamètre de 40 à 50 centimètres dans le fond sur une longueur de 60 à 70, et 30 à 35 centimètres de hauteur des parois, donnaient une capacité suffisante. Ce panier n'était qu'un support à filtration, et il jouait absolument le même rôle que les claies d'osier employées dans les débourbeurs actuels.

On prenait le chef d'une pièce d'étoffe en laine de $1^m,50$ à $1^m,60$ de large[1]; on en déroulait une portion convenable pour tapisser complétement toute la paroi intérieure du panier en y ménageant des plis, selon le même principe qui fait disposer les filtres en papier; on avait soin de faire sortir le chef d'une quantité suffisante pour le tirer aisément.

Les choses ainsi disposées, le panier à passer jouant le rôle d'un entonnoir perméable, d'un support à filtration, l'étoffe disposée intérieurement comme un papier à filtrer, on y faisait arriver la liqueur, soit à l'aide d'un caniveau, soit avec des seaux tout simplement.

Le sirop passait à travers le *blanchet*. Il y déposait les impuretés qu'il pouvait retenir encore et, lorsque l'étoffe était encrassée et que la filtration devenait plus lente, on tirait le molleton du côté du chef, afin de dérouler une nouvelle portion non salie, de la faire *glisser sous la liqueur*, et de substituer ainsi une surface filtrante active à celle qui était encrassée et ne pouvait plus fonctionner que difficilement. On pouvait répéter

1. A cette époque, les largeurs des étoffes étaient désignées (relativement à l'aune de $1^m,20$) par les fractions $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{4}{4}$, $\frac{5}{4}$, $\frac{6}{4}$ et $\frac{7}{4}$; celle dont il s'agit ici était un molleton de 5 à 6 quarts.

ce renouvellement des surfaces filtrantes jusqu'à ce que l'on fût arrivé au bout de la pièce d'étoffe, qui était ensuite pressée et *dégraissée*.

Non-seulement le sirop clarifié était ainsi filtré au travers du blanchet, mais on faisait subir la même filtration à tout les *sirops découverts* ou *sirops fins* provenant du *terrage*, que l'on jugeait convenable d'y joindre pour les réunir à la cuite. Les *sirops verts*, les *gros sirops*, comme on disait alors, rentraient dans le mouvement par la chaudière à clarifier, soit en mélange, soit seuls, pour obtenir des sortes inférieures.

Il s'opérait dans la chaudière à clairce une concentration qui portait le sirop vers 35° ou 37° B.

Cuite. — Le sirop concentré passait dans la chaudière à cuire, que l'on remplissait à moitié tout au plus, et l'on procédait à la cuite avec l'ensemble des précautions usitées avec les appareils à feu nu. On s'efforçait d'obtenir une concentration rapide: voilà pour le but; il importait donc de pousser le feu au commencement pour arriver à une prompte ébullition, mais alors commençaient les obstacles de la cuite.

Les sirops *montaient* et donnaient fréquemment des *cuites folles*, que l'on corrigeait en modérant le feu, ou en jetant un peu de beurre à la surface. On avait reconnu la nécessité de s'opposer à ces cuites folles, à ce boursouflement du sirop, par la raison que, dans de telles conditions, il cuit moins vite et reste plus longtemps exposé à la chaleur, ce qui le fait *caraméliser*. On cherchait donc à abaisser le bouillon le plus possible, afin que la cuite pût être terminée en 25 ou 30 minutes.

On prenait alors la *preuve au filet*, et lorsqu'il y avait preuve, le sirop était enlevé à l'aide de puisoirs et de bassins, et porté dans les *rafraîchissoirs*.

Les rafraîchissoirs subsistent encore dans le travail à feu nu ou à la vapeur.

Ils sont remplacés par des *réchauffoirs* pour le travail à l'aide du vide.

Nous en savons les raisons, qui, toutes, convergent vers une cristallisation plus facile, et qui ont été déjà exposées en temps utile.

A partir de ce moment, les opérations de la raffinerie ancienne et celles de la raffinerie moderne se confondent presque

entièrement, sauf en ce qui concerne l'action de la turbine pour l'égouttage forcé et la purge accélérée, puisque, par le fait, le clairçage et le terrage reposent exactement sur le même principe.

Les *écumes* de la clarification, les impuretés du *blanchet* et les eaux de dégraissage étaient reprises avec de l'eau de chaux, à l'ébullition; on filtrait ensuite, on pressait, et le produit liquide servait pour une *nouvelle fonte*, pour une dissolution de sucre à clarifier.

Comme le terrage est encore usité dans quelques raffineries en concurrence avec le clairçage, dont il serait un auxiliaire utile dans certains cas, nous décrirons cette opération dans la suite des procédés du raffinage actuel, ce que nous avons dit sur les anciennes méthodes suffisant à établir les différences que l'on pouvait y rencontrer.

II. — MÉTHODE MODERNE DE RAFFINAGE.

Au premier aperçu, pour la personne qui entre dans une raffinerie moderne, et dont les regards sont frappés par le coup d'œil grandiose de la machinerie et des appareils, il est assez difficile de faire l'analyse de ce qui est progrès et de ce qui reste vieillerie.

Des générateurs, des pompes à faire le vide, des monte-jus, des chaudières à l'air libre et dans le vide, des presses hydrauliques et des presses ordinaires, des bacs nombreux à cristallisation, des caisses à débourber, des formes, des turbines, des filtres de toute dimension, des fours à revivifier, tout l'immense attirail de la grande industrie, le bruit incessant, le mouvement des ouvriers, ne laissent pas a l'observateur novice le temps de soumettre sa première impression à la discussion de la raison et de la logique; il est étonné, il trouve que cela est grand; il n'a pas encore eu le loisir de distinguer ce qui est laid. Vienne la réflexion, l'examen à froid, sévère et impartial, le prestige disparaît et l'on se trouve en face de la réalité.

Nous trouvons, en somme, dans le raffinage moderne :

1° La *dissolution* du sucre et sa *clarification* avec le sang de bœuf et le noir fin, dans une *chaudière à clarifier*.

Ceci est de la méthode ancienne; on y a ajouté :

2° Le passage du sirop, mélangé avec les agents de clarifi-

cation, dans une seconde chaudière où la matière est chauffée pour la coagulation de l'*albumine du sang*, mouvée et agitée.

La chaudière ancienne à clarifier s'est dédoublée; on en fait la besogne dans deux vases, ou deux séries de vases, pour la rapidité du travail seulement, sans qu'il y ait d'autre raison de cette modification, insignifiante au point de vue des principes;

3° Le passage dans *la caisse à débourber*, qui remplace le *panier à passer* et le *blanchet*, ce qui est au fond la même chose;

4° Le *passage intermédiaire* dans un récipient, un bac, une citerne quelconque et la reprise par un *monte-jus* pour porter à la *filtration décolorante ;*

5° La *filtration décolorante ;*

6° La *cuite ;*

7° La mise en *réchauffoir*, puis l'*empli*, etc., comme dans l'ancien travail, sauf la *turbine et le clairçage*.

Nous allons étudier tout cela et chercher à démêler le progrès réel du *statu quo*, l'apparence des choses de leur essence, et le superflu, l'accessoire, des pratiques intelligentes.

Et d'abord, ce qui domine dans la raffinerie actuelle, dans le raffinage, pour mieux dire, c'est encore l'écumoire, avec une petite modification; c'est le blanc d'œuf, le sang, le noir fin et le noir en grains.

Les prétextes sont spécieux. Il faut faire blanc et pur! Le sang clarifie, c'est un purificateur; le noir décolore, c'est le moyen de faire blanc! Le raffinage est là tout entier. L'écumeresse des anciens jours est remplacée par le noir fin; l'enlèvement des écumes se fait par le débourbeur; mais c'est bien toujours le même système.

Étudions donc cette *albumine* de l'œuf ou du sang, et voyons quelles propriétés réelles elle offre au chimiste, en nous souvenant que le fabricant de sucre et le raffineur ne sont et ne doivent être que des chimistes industriels, dont le travail manufacturier n'est et ne doit être qu'une annexe du travail agricole, une transformation d'un produit du sol, basée sur les données de la science appliquée.

Albumine. — L'*albumine* est un *principe végéto-animal* que l'on rencontre dans les animaux et les plantes, et qui contient du *carbone*, de l'*hydrogène*, de l'*oxygène* et de l'*azote*. Le *blanc*

de l'œuf des oiseaux, étant formé presque entièrement d'albumine et d'eau, est habituellement pris pour le type de cette substance, que l'on trouve également dans le *sérum* du sang, dans les liquides séreux, dans la chair musculaire, dans la farine des céréales, etc.

Sa composition peut être représentée par la formule

$$C^{48}H^{36}O^{6}Az.$$

Cette formule donne *théoriquement* les proportions élémentaires suivantes :

Carbone,	C^{48} = 75 × 48 =	3,600	pour 100	53,73
Hydrogène,	H^{36} = 12,5 × 36 =	450	—	6,72
Oxygène,	O^{16} = 100 × 16 =	1,600	—	23,88
Azote,	Az^{6} = 175 × 6 =	1,050	—	15,67
	Équivalent =	6,700	—	100,00

M. Dumas a indiqué les chiffres suivants, comme représentant la composition de l'albumine, trouvée expérimentalement.

ALBUMINE.	DU SÉRUM de bœuf.	DU SÉRUM d'homme.	DU BLANC D'ŒUF.	DE LA FARINE.
Carbone......	53,40	53,32	53,37	53,74
Hydrogène....	7,20	7,29	7,10	7,11
Azote........	15,70	15,70	15,77	15,65
Oxygène...... Soufre....... Phosphore....	23,70	23,69	23,76	23,50
Total.....	100,00	100,00	100,00	100,00

On voit combien ces chiffres offrent peu de différence entre eux et avec la composition donnée par le calcul pour l'albumine pure. Les propriétés étant d'ailleurs identiques dans les diverses provenances, les chimistes s'accordent à ne reconnaître qu'une seule substance, un même principe immédiat, produit dans l'organisation animale ou végétale, auquel on donne le nom d'albumine.

Propriétés physiques et chimiques de l'albumine. — L'albumine pure est incolore, transparente, inodore, d'une saveur particulière, plus lourde que l'eau, avec laquelle elle mousse beaucoup par l'agitation. Elle est neutre aux réactifs colorés, à moins

qu'elle ne renferme des traces d'alcalis ou de sels alcalins; elle *dévie à gauche* le plan de polarisation des rayons lumineux.

En dissolution, *à un certain degré de concentration*, elle se coagule par une température de + 60° à + 70° et devient opaque et insoluble; elle est coagulée également par l'électricité, l'iode, le chlore, le brome, les acides, sauf l'acide acétique et l'acide phosphorique à trois équivalents d'eau; elle est coagulée aussi par l'alcool.

Elle est dissoute par les alcalis minéraux.

Elle est précipitée par l'acide tannique et par plusieurs sels métalliques avec lesquels elle forme des combinaisons insolubles.

On peut s'en servir pour *clarifier* les sucs troubles. Si l'on agit à froid, l'albumine se combine à l'acide tannique ou à d'autres principes, et se précipite en entraînant mécaniquement les matières suspendues; si l'opération se fait à chaud, la clarification peut être due seulement à la coagulation.

Le *sang de bœuf*, employé à la clarification du sucre, contient un peu plus de 2,5 pour 100 de son poids d'albumine. En voici la composition, selon qu'il a été extrait des artères ou des veines, et nous en déduisons la composition moyenne.

Analyse du sang de bœuf.

DÉSIGNATION.	Sang artériel.	Sang veineux.	Moyenne.
Eau	798,9	794,9	796,90
Fibrine	7,6	6,6	7,10
Albumine	26,1	25,8	25,95
Hématoglobuline	164,7	170,4	167,55
Matières extractives et sels.	2,7	2,3	2,50
	1000,0	1000,0	1000,00

Conséquences. — Le sang de bœuf ne peut agir à la clarification que de deux manières : en se coagulant par la chaleur et entraînant mécaniquement les matières tenues en suspension, ou bien en ajoutant à cette action celle qui résulte de sa combinaison avec le tannin ou des sels métalliques, et de la précipitation des sels insolubles qui se forment.

Si le sucre est alcalin ou acide, il y aura toujours de l'albumine dissoute.

Cette dissolution donnera forcément de la mousse à la concentration, des cuites folles plus ou moins difficiles.

1 kilogramme de sang de bœuf ne contenant que 25,95 d'albumine réelle, le dosage de 2 pour 100 n'introduit dans le sirop que 51gr,90 pour 100 kilogrammes de sucre, ce qui représente seulement une fraction égale à $\frac{519}{1000000}$ et favorise encore la dissolution d'une certaine proportion de cette substance.

Le second sauveur du raffinage, son moyen d'action par excellence, est le *noir d'os*, fin ou en grains, sur lequel il ne nous reste rien à dire qui ne soit familier à nos lecteurs.

Instrumentation de la raffinerie. — Nous connaissons déjà l'outillage de la raffinerie, à quelques accessoires près ; aussi ne perdrons-nous pas notre temps à en faire une description spéciale.

Les chaudières à dissoudre le sucre, les chaudières à clarification, les monte-jus, les caisses à débourber, les filtres à noir en grains, la chaudière à cuire, les bacs et formes à cristalliser, les presses à résidus, les turbines, sont employés en fabrication, et les modifications très-peu importantes que ces appareils présentent en raffinerie n'ont pas d'autre but que de rendre plus ou moins parfaite leur adaptation au local dont on dispose.

La production de la vapeur, en tant que moteur et source de calorique, n'est pas une question spéciale, en sorte que, mis à part quelques petits outils de détail dont il sera parlé en leur lieu, il n'y a pas à étudier à part l'instrumentation, l'outillage de la raffinerie, lorsque l'on a une connaissance suffisante de l'instrumentation de la fabrication proprement dite.

C'est que, en effet, le raffinage est l'accessoire de la sucrerie ; il n'est rien autre que la purification du produit, et il consiste essentiellement dans la réitération d'une opération déjà faite, de la cristallisation, pour laquelle tout l'outillage nécessaire est un outillage de la fabrication.

Cette raison seule devrait suffire à faire comprendre que le raffinage est une partie intégrante de la fabrication, dont il ne

doit être séparé sous aucun prétexte dans l'intérêt de l'industrie sucrière et de la consommation.

Opérations du raffinage. — Ces opérations sont rangées dans l'ordre suivant :

1° *Clarification;* 2° *Débourbage;* 3° *Décoloration;* 4° *Cuite;* 5° *Cristallisation;* 6° *Purge;* 7° *Blanchiment;* 8° *Dessiccation.*

En y joignant quelques notions sur la préparation des claircés et le traitement des sirops couverts ou sur les bas produits, il suffit de passer en revue ces différentes opérations pour acquérir une idée très-juste du raffinage moderne.

Observation. — Nous ne parlerons pas, et pour cause, d'une sorte de *raffinage de transition* qui employait exactement la même marche que l'ancienne méthode, qui procédait également à feu nu, mais qui en différait en ce que, par l'addition du noir fin, l'écumage y étant devenu inutile, on l'avait remplacé par un débourbage, et cette marche était similaire de la méthode actuelle, sauf l'emploi de la vapeur et la cuite dans le vide.

Cette méthode était en faveur, comme nouvelle méthode, relativement à l'introduction du noir fin et du débourbage, avant l'adoption à peu près générale de la vapeur et des chaudières perfectionnées, dites à cuire dans le vide. Comme c'est sur ces deux points que portent les différences qui la séparent du raffinage que nous allons décrire, ce serait faire un double emploi que de nous y arrêter plus longtemps.

La question importante pour le raffineur doit être de connaître, avant toutes choses, la nature du sucre sur lequel il devra opérer, de préciser la proportion de l'eau, du sucre prismatique, du glucose, des matières organiques, gommeuses ou azotées, des matières colorantes et des sels minéraux qui se rencontrent dans les produits de la fabrication qu'il achète pour les purifier. Cette proposition n'a pas besoin de commentaires, et les détails fournis par l'analyse sucrière sont parfaitement applicables en raffinerie. Acheter sans analyse préalable, c'est acheter en aveugle et s'exposer à une foule de déceptions. En nous élevant, comme nous l'avons fait et comme il était juste de le faire, contre l'élévation du coefficient de réfaction 5, qui constitue un véritable vol au préjudice du fabricant, nous

n'avons jamais prétendu que le raffineur dût accepter, les yeux fermés, tous les produits de la sucrerie. Loin de là, nous considérons une analyse sérieuse comme indispensable et elle doit précéder tout achat. C'est à cette condition seulement que tous les intérêts peuvent être sauvegardés, et si la raffinerie est nuisible à la sucrerie, en tant qu'elle en est un fractionnement inutile, les raffineurs n'ont pas moins de droits à l'équité que les fabricants, par lesquels ils ne doivent pas être lésés et auxquels ils ne doivent pas eux-mêmes causer de préjudice.

Dans les établissements bien dirigés, on doit même faire précéder les opérations par un nouvel *essai des sucres* achetés et par un triage qui permet de mélanger les sortes acides et alcalines, grasses et sèches, etc., de façon à obtenir les meilleurs résultats possibles pour la qualité et la quantité.

Cet essai présente une fort grande importance, et s'il ne conduit pas, comme l'essai marchand, entre vendeur et acheteur, à établir des conditions d'achat équitables, il sert à diriger la suite des opérations du raffinage et permet de leur donner une marche rationnelle. Il convient donc de ne pas s'en dispenser par apathie ou négligence, et les raffineurs doivent y apporter une attention sérieuse.

Essai des sucres. — Un beau sucre, sec et nerveux, de belle nuance, de beau grain, reconnu pour une belle sorte commerciale, peut renfermer les substances les plus diverses, unies au sucre par voie de mélange ou même de combinaison, en dehors de tout soupçon de fraude. Il peut contenir des sucrates métalliques, différents sels, des composés ammoniacaux cristallins, de l'eau et du sucre liquide interposé, des matières colorantes, des substances grasses, etc.

Supposons que la dessiccation d'un tel sucre nous accuse une perte de 2 pour 100 due à l'évaporation de l'eau d'interposition, quel moyen possédera le raffineur pour s'assurer de la proportion de sucre renfermée dans les 98 pour 100 restants?

Les procédés de la saccharimétrie optique suffisent très-bien à donner les indications nécessaires; il en est de même de la saccharimétrie chimique; et nous renvoyons le lecteur à ce qui a été dit à ce sujet dans notre premier livre.

Nous avons entendu formuler des objections contre l'emploi du saccharimètre, lesquelles, toutes, prouvaient seule-

ment l'inexpérience, le défaut de pratique, ou même le manque absolu d'intelligence de la part des expérimentateurs. Aux premiers nous dirons : Exercez-vous à manier cet admirable instrument; c'est une affaire de sept à huit jours d'habitude, et vous en saurez autant en pratique que les plus habiles. Aux autres, lesquels, fort heureusement, sont bien rares, nous dirons : Restez tranquilles; ne faites ni saccharimétrie ni sucre; si vous êtes obligés d'en faire, faites-le faire. Il y a des choses auxquelles on ne supplée pas!

Une objection est tirée de ce fait, que deux expérimentateurs n'obtiennent pas le même résultat... Cela est inexact. Deux expérimentateurs, sachant se servir de l'appareil, obtiendront toujours le même chiffre, à une fraction insignifiante près, s'ils prennent leur *teinte sensible* particulière, chaque organe ayant la sienne. L'objection sera fondée s'ils veulent absolument se servir de la même teinte.

On a accusé le saccharimètre de ne donner que des résultats absolus, excellents en théorie, mais ne fournissant pas au fabricant l'indication du sucre réellement et industriellement cristallisable.

Cette objection est malheureusement fondée, bien que l'on puisse tourner la difficulté par des tables de correction bien dressées par des hommes compétents[1].

En dehors de la saccharimétrie chimique ou optique, le densimètre peut donner de bons résultats, si l'on met en pratique la modification conseillée par M. Dumas.

Admettons que le densimètre accuse, par exemple, 27°, 35 dans une dissolution aqueuse de sucre, saturée à + 15° de température; si nous prenons de cette dissolution, et que nous y agitions 100 parties d'un sucre brut, il résulte du principe développé par M. Thénard qu'elle ne prendra plus de sucre, mais qu'elle dissoudra les autres matières solubles qui peuvent se trouver dans l'échantillon. La densité de la liqueur sera augmentée, et il sera possible d'évaluer en centièmes ou fractions de centième la proportion de matières solubles étrangères au sucre qui sont contenues dans l'échantillon donné.

1. M. Clerget, dans ses tables de notations, a déjà donné la mesure de ce qu'il serait possible d'établir, en prenant pour base le rendement pour tel ou tel sucre en cristaux... L'idée peut être bonne, et il y a là un grand travail expérimental à faire.

Cette méthode très-simple ne donne pas encore de bons résultats, paraît-il, d'après les affirmations de plusieurs personnes; nous croyons cependant être autorisé par l'expérience à penser qu'elle approche assez de la vérité pour que son adoption ne blesse les intérêts de personne.

Nous avons corrigé cette méthode dans ce qu'elle a de défectueux par l'adoption d'une liqueur saccharimétrique à 1000 de densité et par la création d'un aréomètre centésimal qui fait connaître, à la simple lecture, la proportion de sucre cristallisé et de mélasse que *le raffineur retirera d'un sucre donné.* La méthode décrite précédemment (t. I, p. 129) conduit à des résultats très-précis et elle pourra rendre de grands services lorsqu'une loi aura porté la lumière dans les agissements de la raffinerie. En effet, lorsque de grands intérêts de coterie ne s'opposeront plus à ce que l'on sache exactement combien un raffineur retire de sucre réel d'un sucre brut déterminé, lorsque les bénéfices de la raffinerie ne seront plus basés sur l'écrasement de la fabrication et sur l'art de frustrer le trésor public, mais sur une différence honnête entre les frais et la vente, il n'y aura plus d'objections à soulever contre une appréciation pratique impartiale. Nous laissons donc de côté cette question, dont le lecteur a saisi toute la portée, et nous supposons que les sucres à traiter ont été dûment analysés avant le travail. On verra, dans un instant, comment le raffineur doit apprécier l'intensité de la coloration des matières sucrées, afin de régler convenablement l'emploi du noir ou des agents décolorants dont il aura à se servir.

1° Clarification. Les *chaudières de clarification* du raffinage moderne sont chauffées à la vapeur, soit à l'aide d'un double fond, soit à l'aide d'un serpentin. Nous supposerons le premier modèle analogue à la figure ci-contre, pour les deux phases de la clarification de raffinage, qui sont la dissolution et la clarification proprement dite.

La clarification n'étant, en fabrication, qu'une annexe, une précaution de surérogation, elle diffère de la clarification du raffinage, laquelle, d'après les idées admises par les raffineurs, constitue une phase essentielle de leur travail; nous la décrirons donc avec l'étendue nécessaire pour la faire bien comprendre.

Dissolution. — Voici comment se pratique cette première opération, que les raffineurs nomment encore improprement *la fonte* ou la *refonte* du sucre.

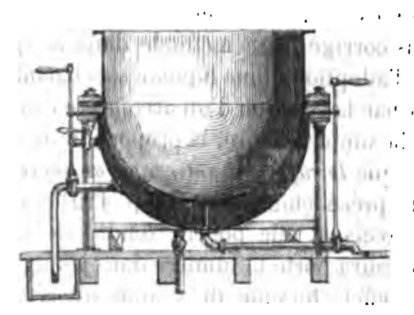


Fig. 48.

Les sucres essayés sont pesés dans les proportions que l'on désire employer, ou, s'ils sont encore en sacs, on compte le nombre de sacs répondant au poids à prendre.

Ces sucres sont criblés, et les agglomérations et concrétions sont écrasées par un cylindrage analogue à celui que l'on emploie avant le turbinage.

Une chaudière, qui doit contenir 1000 kilogrammes de sirop à chaque fonte, reçoit 250 à 260 litres d'eau ; puis on introduit la vapeur dans le faux fond. On ajoute alors 750 kilogrammes de sucre, ou même un peu davantage, si la qualité est excellente et, à mesure de l'introduction du sucre, on agite fortement avec un râble, jusqu'à ce que la dissolution soit bien opérée.

Ce sirop doit accuser, en moyenne, 38° Baumé ou de 37° à 39° ; on ne diminue cette densité que dans le cas où l'on traite des sucres gras et de basse qualité, qui filtreraient difficilement.

Voilà la marche ordinaire d'une dissolution régulière ; mais à côté se trouve une modification qui dépend de l'organisation du travail et qui tient à la reprise des sirops couverts et découverts.

La meilleure règle à suivre consisterait à faire entrer les meilleurs sirops d'égout, ceux de clairçage, par exemple, avec des sucres faibles, dont ils pourraient corriger les défauts ; les

sirops inférieurs seraient mélangés aux sucres de meilleure sorte.

Ceci est une question d'appréciation, de circonstances et d'opportunité, sur laquelle les livres les plus consciencieux ne peuvent indiquer que des généralités.

Lorsque l'on veut faire rentrer des sirops dans la fabrication, ils doivent toujours passer par la refonte, à moins qu'ils ne soient aptes à subir la cuite, ce qui ne peut arriver que pour les sirops découverts de première qualité. Nous parlons en règle générale.

Comme ces sirops sont toujours en saturation, leur densité est toujours égale au moins à 38° ou 40°, quelquefois même elle est supérieure, ce qui dépend de la température et d'autres circonstances que nous avons déjà exposées. On fait donc la fonte d'une quantité de sucre proportionnelle à celle du sirop que l'on veut faire rentrer dans le mouvement; puis, lorsque la dissolution est bien faite, on fait arriver la quantité du sirop à traiter nécessaire pour atteindre le volume normal qui se travaille habituellement.

On mélange convenablement à l'aide du râble.

Il peut encore se faire que l'on veuille traiter un mélange de sirops couverts et découverts, ou tout simplement de qualités différentes, en leur faisant subir la *clarification;* dans ce cas, on en fait arriver dans la chaudière un millier de kilogrammes, selon la capacité, et ce dans les proportions adoptées pour le mélange.

Clarification. — Voilà la dissolution finie; la *refonte* est faite, les sirops sont mélangés; enfin, le sirop qui doit être clarifié est prêt...

Nous avons laissé agir la vapeur, modérément, pendant le temps que nous a pris la manipulation, et la liqueur a atteint une température de + 45° à + 50°. Nous sommes en présence de deux cas:

Ou nous clarifions dans la chaudière qui nous a servi à la dissolution, dans la chaudière à refonte.

Ou nous faisons la clarification dans une autre chaudière, disposée au-dessus du plan des débourbeurs...

Cette dernière disposition étant la plus générale, et la seule différence reposant sur une translation du sirop, nous ne nous arrêterons au premier de ces deux cas que pour en faire mé-

moire, et aussi pour indiquer une petite particularité de pratique qui y est afférente.

Si donc on fait la clarification dans la chaudière à refonte, on introduit le noir aussitôt que la dissolution est faite, on mêle bien; puis, avant que l'ébullition commence, on ajoute le sang, battu dans quatre fois son volume d'eau, on agite soigneusement avec le râble ou le mouveron plat, suivant l'habitude et l'habileté acquise de l'ouvrier, puis on laisse arriver l'ébullition, comme il va être dit.

Si, au contraire, pour plus grande économie de temps et par raison de dispositions locales, une ou deux chaudières de refonte doivent fournir à toute la clarification, les chaudières à clarifier sont disposées de manière à dominer les débourbeurs. Un monte-jus leur porte le sirop préparé dans les premières chaudières, auxquelles elles sont tout à fait semblables.

Dans ce cas, l'introduction de la vapeur pour la dissolution doit être réglée de manière à ne pas dépasser une température de $+45°$ à $+55°$ centigrades. Lorsque la dissolution est faite, on ajoute le noir, puis le sang délayé; on mélange avec le râble, puis, aussitôt, on ouvre le robinet de vidange, qui transmet le mélange au monte-jus et, de là, à la chaudière de clarification, qui est prête à le recevoir.

Proportion de noir fin et de sang. — Le noir est employé dans la proportion de 30 kilogrammes pour les 750 kilogrammes de sucre qui sont entrés dans la préparation de 1,000 kilogrammes de sirop. La proportion moyenne est donc de 4 pour 100 du sucre employé.

On emploie moins de noir pour le traitement des sirops d'égout et, dans ce cas, 2 à 3 pour 100 sont une quantité largement suffisante.

La proportion du sang est de 2, 25 pour 100 des bas sucres, 2 pour 100 pour les sucres médiocres, 1,50 à 1,75 pour les belles sortes.

La proportion à employer pour les sirops couverts diminue également comme celle du noir fin; mais on peut admettre, en moyenne, le chiffre de 1,50 pour 100 du sucre.

C'est donc une quantité de 10 à 15 litres pour 1,000 kilogrammes de sirop.

Pour éviter la putréfaction du sang, on le conserve dans des

tonneaux que l'on mute à l'aide de l'acide sulfureux, par la combustion d'une mèche soufrée, ou même par le simple mélange de 2 millièmes d'acide sulfureux liquide. On conserve également bien le sang en le mélangeant d'avance avec le double de son poids de noir fin.

Le mélange, séché au-dessous de + 55°, est employé à la dose de 6 pour 100 du sucre dans la clarification. Il donne de bons résultats et se conserve bien.

Si l'on fait attention à la composition essentiellement altérable du sang, on comprend que l'emploi de cette matière ait soulevé des objections sérieuses. D'un autre côté, comme le sang renferme environ 1,25 pour 100 de son poids de sels et de substances extractives, en outre des matières grasses qui contribuent puissamment aux altérations des sirops, on a cherché souvent à substituer au sang des agents plus certains, ou, en tout cas, moins désavantageux sous les points de vue qui viennent d'être signalés.

On s'est servi de blancs d'œufs pour la clarification; mais cette matière est d'un prix trop élevé pour qu'on puisse l'employer habituellement en industrie. Elle n'est pas, d'ailleurs, beaucoup plus pure que le sang lui-même, car l'albumine du blanc d'œuf est accompagnée du tiers environ de son poids de matière étrangère, soluble, non coagulable, d'après l'analyse suivante de Bostock :

Composition du blanc d'œuf.

Eau	80,0
Substance non coagulable	4,5
Albumine	15,5
	100;0

Proust a trouvé que les cendres de 100 parties de blanc d'œuf contiennent :

Acide sulfurique	0,29	0,05	0,18
Acide phosphorique	0,45	0,46	0,48
Chlore	0,94	0,03	0,87
Potasse et soude, en partie carbonatées	2,02	2,83	2,73
Chaux et magnésie, id.	0,30	0,35	0,33
	4,00	3,72	4,59

Il suit évidemment, de ces données, que le blanc d'œuf ne

laisse pas d'introduire dans les liqueurs une certaine proportion appréciable de substances étrangères, salines ou autres, et que cette matière contient une quantité de sels plus considérable que celle trouvée dans le sang (p. 579).

On a conseillé l'emploi de l'alumine pour remplacer le sang dans la clarification et il est certain que cet agent serait d'un effet remarquable au point de vue de la clarification et de la décoloration. La seule objection à faire contre l'alumine et le sulfate acide d'alumine repose sur la lenteur avec laquelle s'opère la filtration, même en sacs, et sur la difficulté que l'on rencontre dans la pression des dépôts. Cette objection n'a pas la même valeur avec le phosphate acide de chaux, dont l'emploi nous semble de beaucoup préférable. En effet, il suffit de rendre les sirops légèrement alcalins par l'addition d'un peu de sucrate de chaux ou même de chaux en lait et de les neutraliser ensuite *exactement* par le phosphate acide, pour qu'il se forme aussitôt un précipité abondant, qui sépare les matières étrangères et produit une décoloration très-sensible. Comme l'ébullition donne une densité notable à ce précipité gélatineux, la séparation du sirop par filtration est assez facile pour que l'emploi de cet agent rationnel soit pris en considération par la pratique.

On ne peut certainement en dire autant du sulfate de zinc conseillé par Warburton, et dont nous avons nous-même expérimenté les effets. Ce sel se décompose merveilleusement, il est vrai, dans les sirops qui renferment un peu de chaux, mais, outre qu'il se produit du sulfate de chaux qui n'est pas entièrement éliminable par les méthodes ordinaires, le sucre dissout un peu d'oxyde de zinc, dont les propriétés vénéneuses sont à redouter. Nous repoussons donc absolument l'emploi des sels de zinc, malgré la propriété décolorante et clarifiante qu'ils possèdent à un haut degré, et nous estimons que les expérimentateurs ne prêtent pas une attention suffisante à la puissance de dissolution du sucre, lequel peut retenir une proportion appréciable de la plupart des oxydes métalliques.

C'est donc au phosphate acide de chaux qu'il conviendrait de donner la préférence pour remplacer l'albumine du sang. Nous reviendrons, au reste, sur cet objet intéressant lorsque nous décrirons le procédé Boivin et Loiseau, qui a été expérimenté dans plusieurs raffineries.

Manœuvre des chaudières à clarifier. — Lorsque le sirop commence à arriver mélangé avec le noir et le sang, dans la chaudière à clarifier, l'ouvrier amène la vapeur dans le faux fond; puis, quand tout le sirop est introduit, il donne un coup de mouveron de bas en haut et dans tous les sens. Cette agitation est renouvelée, pendant une minute au plus, entre + 80° et l'ébullition. On laisse alors se prononcer le mouvement du bouillon d'une manière bien nette, puis, ouvrant la vidange, après la fermeture de la prise de vapeur, on envoie tout le mélange aux débourbeurs.

Il arrive de temps en temps que, pour diminuer la consistance des écumes et les amener à se bien mélanger dans la masse, l'ouvrier asperge la surface avec de l'eau froide, mais cette pratique est tout à fait empirique et n'offre pas de raison d'être sérieuse.

Observation. — Voilà ce qui se fait le plus généralement dans la clarification; mais il est de toute évidence que les minuties et les précautions, dites nécessaires, les habiletés de tour de main ne signifient absolument rien et n'offrent pas la moindre valeur. En admettant l'usage du noir fin et du sang, voici comment on peut résumer cette *grande* manipulation de la clarification.

1° Dissolution des sucres dans un tiers de leur poids d'eau, de manière à obtenir des sirops à 38° Baumé, en moyenne.

2° Cette dissolution ne se faisant rapidement qu'à l'aide de la chaleur, on la hâte encore par l'agitation, afin d'empêcher l'adhérence du sucre au fond de la chaudière.

3° Le sirop reçoit du noir fin dans la proportion de 4 pour 100 du sucre, que l'on mélange le plus intimement possible.

4° On introduit ensuite et l'on mélange le sang de bœuf, délayé dans quatre fois son volume d'eau et dans la proportion de 1,50 à 2,25 pour 100 du poids du sucre.

5° Le sirop, ayant été dirigé dans la chaudière à clarifier, on élève la température jusqu'à l'ébullition bien nette de la liqueur, en ayant soin d'agiter avec soin et à plusieurs reprises, à partir du moment où s'opère la coagulation de l'albumine, vers la température de + 60° centigrades.

Il a été fait une observation très-intéressante au sujet de la

coloration qui se produit pendant la clarification et il convient d'en examiner la portée. Quand on se sert de chaudières à double fond, ou même de chaudières à serpentins, le noir fin et les matières coagulées se déposent sur les surfaces de chauffe et y forment une sorte d'incrustation plus ou moins adhérente. La transmission ne se faisant plus librement, le calorique s'accumule sur la matière de ce dépôt et détermine une coloration plus ou moins intense. Le fait est encore plus frappant et plus tangible lorsque les sirops sont alcalins. C'est pour obvier à cet inconvénient que l'on agite la clairce pendant la durée de l'échauffement, mais il est bien évident que cette agitation doit être regardée seulement comme un palliatif. Les serpentins valent mieux que les doubles fonds sous ce rapport, mais encore s'encrassent-ils facilement par le dépôt des précipités et donnent-ils lieu à une coloration, même quand on les a recouverts d'une toile métallique, qui, d'ailleurs, est un obstacle au nettoyage.

Le meilleur moyen de s'opposer à l'effet qui vient d'être signalé consiste à chauffer la masse à l'aide d'un barboteur pénétrant par le fond, et dont toute la portion immergée doit être percée de trous ou de traits de scie, pour que la vapeur puisse pénétrer dans la chaudière sans être retenue sous pression en aucun point du contact. On comprend, en effet, que, par cette disposition, la vapeur se détend aussitôt qu'elle entre dans la chaudière, qu'elle passe subitement à un grand abaissement de température et que, dans tous les cas, elle ne peut faire dépasser le terme de l'ébullition aux surfaces de chauffe ni au liquide même. Il est vrai que, par le barbotage, on amène dans le sirop une certaine proportion d'eau, mais cette quantité ne dépasse guère 150 litres par 1000 kilogrammes de clairce et l'on peut éviter d'atténuer le sirop au-delà du terme habituel en donnant un peu plus de densité à la dissolution normale. Il faut avouer, en outre, que même en se bornant à vaporiser simplement à la cuite l'eau introduite par le barbotage, la petite dépense qui en résulterait serait compensée par l'obtention de produits plus beaux et une moindre dépense en noir.

2° Débourbage. — Cette *première filtration*, destinée à remplacer l'écumage et le passage au blanchet de l'ancien raf-

finage, a pour but de séparer l'albumine coagulée ou combinée, les matières étrangères suspendues et le noir fin.

Elle peut s'opérer de plusieurs manières :

On se sert du système des filtres Taylor que l'on modifie selon les circonstances.

On peut employer la *filtration de dehors en dedans*, au lieu de celle du dedans en dehors. Pour cela, on dispose une bâche de 1 mètre de large, d'autant de profondeur et de 2 mètres de longueur, qui est revêtue à l'intérieur d'une feuille de cuivre mince pour éviter les altérations du bois. On peut encore faire cette bâche en tôle, ce qui est préférable à tous égards.

La bâche repose sur des liteaux en bois; elle peut être munie d'un faux fond et d'un robinet d'écoulement qui conduit le sirop vers les filtres à noir en grains ou vers un récipient destiné à les alimenter; le fond peut encore être percé de trous, dont les deux rangs peuvent aussi répondre à deux caniveaux placés au-dessous de la bâche.

On y place des sacs en toile pelucheuse de coton, dans lesquels on introduit une claie en osier ou en fil métallique; la partie inférieure des sacs est adaptée à une douille qui entre à frottement dans un des trous du fond. Le sommet du sac est maintenu par des liteaux en bois qui viennent s'appuyer sur d'autres liteaux séparant le milieu de la bâche; on laisse un

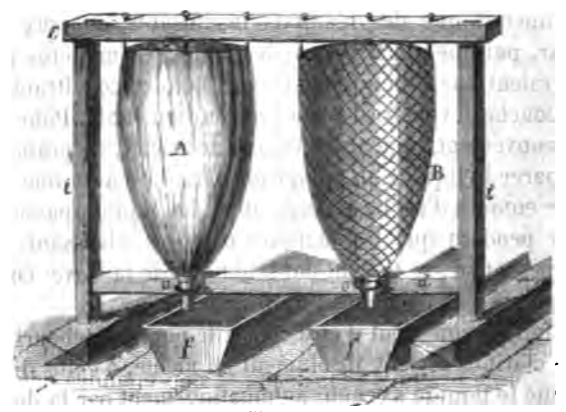


Fig. 49.

vide de 40 centimètres pour le placement des derniers sacs; chaque sac peut offrir la disposition représentée par la figure 49.

On comprend que tous ces sacs multiplient les surfaces filtrantes, et que, les impuretés et le noir se déposant sur le fond de la bâche, le liquide doit pénétrer à travers les parois du sac, et se diriger par la douille dans le caniveau inférieur.

On se sert communément de caisses rectangulaires ou bâches à débourber en bois ou en métal, présentant les dispositions qui sont parfaitement connues; mais le mode dont nous venons de parler nous paraît de beaucoup préférable. L'enlèvement des boues du noir est facile, le lavage des sacs n'exige qu'un simple passage à l'eau, et les surfaces actives sont considérablement multipliées. Deux rangées de sacs dans une seule bâche répondent à deux caniveaux pour le sirop, et comme les sacs sont placés à côté les uns des autres et maintenus écartés par de simples traverses reliées aux liteaux, cette disposition nous semble présenter de notables avantages.

En alcoolisation et en brasserie, lorsqu'on fait la saccharification des farineux ou des féculents par le malt, on se trouve en présence d'un liquide assez visqueux, lequel est retenu par une matière pâteuse et les conditions matérielles de l'extraction ou de la séparation de ce liquide sont à peu près les mêmes que celles où est placé le sirop mélangé de noir fin, d'albumine coagulée et de matières ténues en suspension. Il est certain qu'une filtration de haut en bas exercée sur ces mélanges ne donnerait que des résultats insuffisants, onéreux par leur lenteur, puisque, en très-peu de temps, les matières pâteuses formeraient une couche épaisse sur la surface filtrante et que cette couche deviendrait à peu près imperméable. Pour obvier à cet inconvénient, on n'a rien trouvé de mieux, en pratique, que de séparer le liquide en plongeant dans la masse une sorte de panier entouré d'un tissu perméable. Le liquide passe dans le panier pendant que les matières pâteuses, obéissant aux lois de la pesanteur, se tassent dans le fond de la cuve. On enlève les liqueurs à la poche ou autrement.

En fait, ce qui vient d'être conseillé pour le débourbage des sirops clarifiés revient absolument au même, à cette différence près que le liquide s'écoule automatiquement par la douille, ce qui rend la manipulation moins incommode et le travail plus prompt.

Il est, d'ailleurs, à espérer que, si le raffinage continue à

employer le noir fin et le sang, on découvrira quelque autre mode de séparation plus industriel encore.

Nous avons toujours pensé qu'une filtration par action siphoïde, analogue à celle de ces filtres que l'on préconise aujourd'hui pour les eaux bourbeuses, pourrait rendre de grands services à la sucrerie pour débarrasser les sirops et les jus des dépôts lents, ténus, ou gélatineux.

C'est une expérimentation à tenter.

3° **Décoloration.** — Nous n'avons rien à ajouter à ce qui a été dit sur la filtration décolorante et sur les dispositions des filtres à noir en grains.

On monte les filtres soit au noir neuf, soit avec un mélange de noir neuf et de noir revivifié.

Ce qui frappe le plus en raffinerie à ce sujet, ce sont les dimensions colossales des caisses ou plutôt des cylindres à filtration; la vue seule de ces engins fait voir clairement, trop clairement, que le raffinage n'est pas encore entré dans la voie du progrès et que, s'il fait du sucre blanc, c'est *à force de noir*.

On établit des filtres à air libre; d'autres agissent sous une pression de plusieurs atmosphères. Ceux-ci, cela va sans dire, sont fermés hermétiquement.

On ne donne guère le nom de *clairce*, dans le raffinage actuel, qu'aux sirops qui ont subi, de par le noir, une très-grande décoloration. On prépare les *clairces blanches* par la dissolution de beau sucre; les clairces inférieures sont des sirops clarifiés et décolorés.

Nous ne reviendrons pas sur ce qui a été exposé à ce sujet.

Walkhoff fait des observations intéressantes à l'égard de la valeur du noir en raffinerie. Partisan déclaré de cet agent malfaisant, comme beaucoup d'autres, d'ailleurs, l'auteur allemand insiste sur deux points : « le noir enlève les alcalis et la chaux, et il serait rationnel, dans le cas où 30 à 100 pour 100 de noir ne seraient pas une proportion suffisante, de faire passer les alcalis sous une autre forme présentant une influence moins nuisible. »

La pensée de Walkhoff est que l'on doit éliminer les alcalis qui donnent mauvais goût au sucre et le colorent d'une manière presque indélébile. Il ajoute que l'on peut surtout trans-

former les bases en phosphates, qui laissent au sucre la faculté de cristalliser et sous l'influence desquels la coloration ne se modifie pas, le sucre conservant entière la propriété de se séparer par cristallisation[1].

Nous n'avons jamais dit autre chose.

Les alcalis colorent le sucre et l'empêchent de cristalliser. Les phosphates seuls n'ont pas d'action nuisible sous ces rapports, et c'est le phosphate de chaux qui est l'agent indispensable de cette utile réaction. Pourquoi chanter les louanges du noir lorsqu'on le reconnaît insuffisant? N'est-ce pas, en effet, le déclarer tel que de dire qu'il en faut de 30 à 100 pour 100 suivant la qualité de la clairce et que, s'il en faut plus qu'une telle quantité, on doit avoir recours à d'autres agents, parmi lesquels l'acide phosphorique est indiqué à juste titre comme devant être préféré? En vérité, la coterie, la passion et le préjugé font commettre des contradictions inouïes et des lapsus étranges aux hommes les plus compétents et les mieux intentionnés! Que dire alors des autres, dont les opinions sont payées à tant la ligne par les intéressés?

1. Ce passage du spécialiste allemand est assez instructif pour que nous ne résistions pas à l'envie de le reproduire dans la langue originale, afin d'éviter les mécomptes dus aux traductions :

« Die « Kläre » wird nun durch möglichst fein gekörnte Knochenkohle filtrirt. Diese nimmt bekanntlich, wie schon früher erörtert wurde, besonders die Alkalien auf, die dem Rohzucker noch anhafteten, sowie den Kalk, der bei der Klärung in einigen Fällen, wo sehr alte, lange gelagerte Rohzucker verarbeitet werden zugesetzt wird.

« Die Entfernung derselben ist nun aber um so *wichtiger*, als besonders die ätzenden Alkalien nicht nur einen sehr unangenehmen Geschmack besitzen, sondern auch beim Sieden des Zuckers demselben ein Färbung ertheilen, welche dann nicht mehr gänzlich zu entfernen ist. Das Hauptaugenmerk des Raffinadeurs sollte deshalb darauf gerichtet sein, durch eine hinreichend grosse Menge Kohle oder eine Beschaffenheit derselben dies Ziel zu erreichen. Die Menge der anzuwendenden Kohle ist demnach nach der Beschaffenheit des Rohzuckers zu demessen, und zwar pflegt man zwischen 30 bis 100 proc. davon anzuwenden; sollte aber selbst eine solche Menge nicht hinreichen, die Alcalien, in der Form wie sie dem Zucker anhaften, zu entfernen, dann schiene es mir rationell, dieselben in der Kläre wenigstens *in eine andere Form überzuführen, in welcher sie einen weniger schädlichen Einfluss ausüben. Zu diesem Zwecke ist ganz besonders die Phosphorsäure zu empfehlen, welche die Alkalien in phosphorsaure alkalien überführt*. Ein Versuch im Kleinen kann Jedermann davon überzeugen, dass die feinste Raffinade, mit phosphorsaurem Kali in Wasser gelöst, bei gewöhnlicher Temperatur vollkommen *farblos* und *vollständig auskrystallisirt*, während die ätzenden Alkalien dieselbe nieh nur stark färben, sondern auch ihre Krystallisations fähigkeit wesentlich beeinträchtigen. » (Walkhoff, *Der Praktische Rübenzucker-Fabrikant und Raffinadeur*, S. 593.)

Walkhoff avoue que, d'autre part, si les chlorures alcalins n'ont que peu d'action sur le sucre, ils ne sont pas cependant absorbés par le noir et restent quand même avec la dissolution sucrée, et il affirme de nouveau que l'emploi de l'acide phosphorique est ce qui lui paraît le plus convenable, sans qu'on ait à se préoccuper de ce que cet agent élimine la totalité de la chaux, puisque les claircesde raffinerie ne contiennent plus de matières azotées ou n'en renferment que des quantités insignifiantes.

On ne pouvait nous donner plus complétement raison dans la thèse que nous soutenons depuis 1854.

Quoi qu'il en soit, il est évident que l'on ne peut apprécier la proportion nécessaire de l'agent de décoloration, du noir, si l'on veut, que si l'on connaît la proportion de la matière colorante qui existe dans les sucres bruts ou les sirops. Il importe de reconnaître le degré de coloration de ces produits et, dans ce but, on a inventé un certain nombre d'appareils spéciaux auxquels on a donné le nom de *colorimètres*.

Colorimétrie. — Pour compléter ce qui a été dit à ce sujet dans le volume précédent (pages 153 et suiv.), nous décrirons ici deux colorimètres ingénieux dus, l'un à M. J. Dubosq, et l'autre à M. J. Salleron.

Il est bon, cependant, de signaler tout d'abord une difficulté devant laquelle tous les constructeurs de colorimètres ont échoué jusqu'ici, et qui dépend précisément de la nature même des sucres examinés. Si les sucres n'étaient colorés que par une seule matière colorante, toujours identique dans sa nuance, mais variable en intensité, on conçoit qu'il suffirait d'apprécier expérimentalement cette intensité, et la colorimétrie fournirait dès lors une appréciation vraie et des résultats comparables. La dissolution d'indigo peut être appréciée d'une façon très-nette, et une échelle colorigrade, tracée d'après l'observation directe, peut servir en toutes circonstances de terme de comparaison.

Il n'en est pas ainsi pour les sucres.

Les uns sont colorés par du caramel, les autres doivent aux productions ulmiques leur teinte particulière; d'autres sont teintés par des produits très-complexes, et nous avons des sucres gris, rouges, bruns, terreux, etc. Une solution type est donc

impossible, et l'idée de Stammer et Greiner pèche absolument par la base. Ces observateurs ont voulu comparer les sucres à une dissolution normale d'ulmate de soude dont la coloration est d'un brun très-intense. Ils obtiennent cette solution en transformant une solution sucrée à 20° Balling, et du volume de 300 cent. cubes, par 5 cent. cubes d'acide sulfurique pur. Ils ajoutent ensuite 10 gr. de soude caustique fondue, font bouillir pendant 5 minutes et étendent de 25 fois le volume primitif à l'aide d'eau pure. Il est bien entendu que cette solution ne sera comparable qu'avec les sucres qui présenteront rigoureusement la même teinte, à moins d'interposer des verres colorés exactement de cette même teinte, jusqu'à ce que la dissolution sucrée à vérifier présente une nuance identique, bien que différente d'intensité. Tout cela est trop minutieux pour la pratique et nous pensons, après de longues recherches, qu'il vaut mieux procéder d'une autre façon.

Méthode de colorimétrie. — Étant donné un échantillon de sucre d'une coloration quelconque, on en pèse 200 grammes que l'on pulvérise avec soin. Ce sucre est agité avec 250 grammes d'alcool absolu, qui ne dissout pas de sucre, mais qui s'empare des matières colorantes et de quelques autres substances solubles dans ce menstrue. Ce traitement alcoolique doit se faire en deux fois, à l'aide de 125 grammes d'alcool chaque fois, afin de mieux épuiser la matière de la substance colorante. Les liqueurs alcooliques, séparées par filtration ou autrement, sont étendues de 50 grammes d'eau, puis on les distille au bain-marie pour séparer l'alcool. Lorsqu'on a retiré 175 à 200 grammes de produit, on extrait ce résidu avec soin, on lave le ballon avec un peu d'eau, et la solution colorée est soumise à la dessiccation. Le produit sec, dissous à la dose d'un gramme dans un litre d'eau distillée, alcoolisée au dixième, peut servir de point de comparaison fixe pour tous les sucres de même nuance, et l'on peut isoler ainsi la matière colorante des types les plus communs, de façon à avoir sous la main des liqueurs de comparaison, titrées au millième, au dix-millième, etc.

Lorsqu'il s'agit de faire une observation de colorimétrie, il suffit de faire dissoudre 2 grammes du sucre à essayer dans de l'eau distillée, de manière à obtenir un volume de 20 centimètres cubes. Cette solution, contenant un dixième de sucre,

renfermé la matière colorante afférente à ce dixième, et il sera facile de voir quelle est la solution type dont la nuance est identique.

On introduit de cette solution type dans un tube d'essai, puis, dans un autre tube gradué, de même diamètre, de la solution d'essai. Il peut alors se présenter deux cas : ou bien la solution d'essai est plus foncée dans sa nuance que la solution type, ou elle est d'une teinte moins prononcée; dans la première circonstance, on ajoute, goutte à goutte, et en agitant, de l'eau à la solution d'essai, jusqu'à ce qu'elle présente exactement le même ton que la solution type. En lisant alors le volume d'eau ajouté, on peut chiffrer l'intensité de coloration du sucre essayé. Supposons, pour fixer les idées, que, à 10 centimètres cubes de la solution d'essai, on a dû ajouter 8 centimètres cubes d'eau pour l'amener à l'identité absolue de ton. Les 10 cent. cubes tenant 1 gr. de sucre et la matière colorante correspondante, il est clair que cette solution renfermerait 1 millième, c'est-à-dire 0 gr. 01 de matière colorante, si la teinte était identique avec celle de la solution type. Mais cette teinte est plus foncée dans la relation de 18 : 10, et l'on en conclut que le sucre essayé contient 0,018 de matière colorante.

La proportion de substance colorante est rarement aussi considérable, sinon avec les produits très-bas qui forment aujourd'hui l'exception. Le plus souvent la solution d'essai au dixième est moins foncée que la solution type. Dans ce cas, on augmente la proportion du sucre à essayer jusqu'à ce que la teinte soit dépassée de quelque peu. Admettons, si l'on veut, qu'il a fallu faire dissoudre 5 grammes de sucre dans l'eau distillée pour obtenir 12 centimètres cubes, présentant la teinte exacte de la solution type. Ces 12 centimètres cubes contiennent 5 grammes de sucre et 1 millième de matière colorante. Or, ce millième égale, en poids, 0 gr. 012, et il s'ensuit que le sucre ne renferme que 0 gr. 012 : 5 = 0 gr. 0024 ou moins d'un demi-millième (0 gr. 00048).

Le lecteur peut aisément voir que, par le mode de procéder qui vient d'être indiqué, on peut apprécier aisément, par des résultats numériques, l'*intensité* d'une coloration identique. Il n'est pas moins vrai d'ajouter que les colorimètres peuvent être d'un excellent secours pour arriver à l'identité de teinte qui fait la base de la méthode précédente.

Colorimètre Duboscq. — L'instrument créé par M. J. Duboscq, l'habile opticien auquel les sciences physiques doivent tant d'inventions et de perfectionnements remarquables, est représenté en perspective par la figure 50, et il se distingue de tous



Fig. 50.

les autres par un cachet d'élégance dont l'œil est entièrement satisfait.

En dehors de cette observation, nous devons tout d'abord reconnaître, après de nombreuses vérifications, que cet appareil ne peut servir à apprécier que les différents tons d'une même teinte. Quoi qu'on en ait dit et malgré les prétentions de Stammer, tous les colorimètres sont soumis à cette condition. Il ne faut donc pas s'attendre à juger les couleurs avec le colorimètre, puisqu'on ne peut différencier, à l'aide de cet instrument, que *les tons d'une même couleur ou d'une même teinte.*

A la simple inspection, on voit que l'appareil de M. J. Duboscq se compose d'une lunette A, portée sur un support métallique, dans lequel elle entre à frottement doux, de manière à pouvoir être approchée ou reculée d'une sorte de boîte quadrangulaire dont la partie supérieure porte une ouverture circulaire. Cette boîte fait office de chambre noire et elle renferme

le système optique grâce auquel les deux teintes comparées peuvent être perçues simultanément par l'œil appliqué à l'oculaire de la lunette. La face inférieure de cette chambre noire porte deux ouvertures, dans le prolongement des verticales passant par l'axe des tubes qui *plongent* dans le liquide à examiner.

Au-dessous de ces ouvertures, et en correspondance d'axe avec elles, sont deux tubes portés chacun par un support; ce support est mobile et il s'élève ou s'abaisse par le mouvement d'un bouton à crémaillère. Ce mouvement permet de faire plonger chaque tube, d'une certaine quantité, dans les liquides à comparer, lesquels sont placés dans deux godets formés d'un morceau de tube en verre. Le fond de ces godets est une plaque de cristal, mastiquée sur le bord du tube, et il est, en outre, vissé sur une garniture en laiton. Les deux godets reposent sur les deux ouvertures d'une plaque porte-objets, au-dessous de laquelle une glace mobile tourne sur un axe horizontal, de manière à réfléchir la lumière et à permettre de diriger le rayon lumineux. Ajoutons que la plaque métallique sur laquelle est monté cet ensemble porte, à l'arrière, une échelle double, graduée de 0 à 50 millimètres, et que les plaques de glissement des tubes font office de vernier le long de ces échelles.

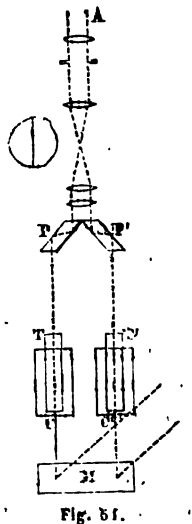


Fig. 51.

Tout l'appareil repose sur un pied en acajou qui contribue à donner à l'ensemble une apparence très-élégante.

La figure 51 ci-contre fait comprendre facilement les dispositions théoriques de l'instrument. Au-dessus de la lunette, A, la chambre noire est occupée par deux prismes P et P' qui sont réunis par l'arête supérieure et forment un angle droit. La bissectrice correspond au centre de la lunette, en sorte que le cercle de la vision est partagé en deux demi-cercles, et ces deux demi-cercles présentent chacun un ton différent, suivant que le rayon lumineux a traversé une couche liquide de même nuance plus ou moins épaisse, ou des couches de nuance différente, mais d'épaisseur variable. En effet, si l'on suppose les deux li-

quides identiques de ton et d'épaisseur, le rayon parviendra à l'œil dans les mêmes conditions après avoir traversé les prismes, et les deux demi-cercles présenteront le même ton, bien qu'ils soient séparés par une ligne obscure due à la réunion des prismes. Le rayon lumineux, après avoir frappé le miroir M, se relève suivant la verticale en C C', et traverse la couche du liquide coloré qui se trouve entre le fond de chaque godet et du tube correspondant. On comprend que les deux rayons doivent rester identiques, si la couche traversée est de même ton et de même épaisseur. Ces rayons pénètrent dans les prismes P P', où ils se réfléchissent à angle droit pour se relever verticalement suivant la loi de réflexion. Ils passent à travers les lentilles de la lunette et se croisent, en sorte que l'œil perçoit à gauche la coloration du demi-cercle correspondant au godet de droite, et réciproquement. Si la couche colorée est plus épaisse dans un godet que dans l'autre, le demi-cercle en relation offrira un ton plus foncé, et il en sera de même, à épaisseurs égales, si les liquides sont de tons différents. On comprend aisément la possibilité de comparer les liquides de même teinte, puisqu'il doit suffire d'augmenter l'épaisseur de la couche moins colorée et de diminuer celle de la couche plus foncée jusqu'à ce que les deux demi-disques présentent une identité complète.

Le maniement de l'appareil est très-simple. Soient deux liquides de tons différents et de teintes identiques à comparer. On verse de ces liquides dans les deux godets, de manière à remplir à peu près ces godets lorsque les tubes plongeurs sont descendus au fond. Cela fait, on relève les deux tubes d'une quantité égale, soit de deux millimètres, après avoir dirigé le rayon lumineux, à l'aide du miroir, dans l'axe vertical des tubes. Il en résulte que l'œil, appliqué à l'oculaire, peut apercevoir la non-identité des tons, et que, pour ramener cette identité, on devra augmenter l'épaisseur de la couche moins colorée jusqu'à ce qu'on obtienne l'identité de ton pour les deux demi-disques.

Admettons, pour fixer les idées par un exemple, qu'il a fallu remonter le tube plongeur, dans la liqueur la moins foncée, à 30 millimètres. On en conclut aussitôt que cette liqueur ne contient pas plus de matière colorante, sous une épaisseur de 30 millimètres, que l'autre liquide n'en renferme sous une épaisseur de 2 millimètres, en sorte que l'un des deux liquides

est 15 fois plus coloré que l'autre. Il faudra donc, pour décolorer ce liquide, 15 fois plus de noir qu'il n'en faut pour le traitement de l'autre, toutes choses restant égales d'ailleurs.

Au point de vue de la pratique sucrière, on peut déterminer très-aisément la proportion de noir que l'on devra employer pour un sucre quelconque. Sachant que la décoloration d'un sucre de même teinte a exigé 46 0/0 de noir, on fait une dissolution de ce sucre, à une densité déterminée, 1060, par exemple, puis on prépare une solution de même densité avec le sucre à examiner. En comparant les deux liquides, on trouve que 10 millimètres du type fournissent le même ton que 12 millimètres du sucre essayé. Il s'ensuit que la coloration de celui-ci est à celle du type comme 15 est à 12, en sorte que, par la proportion :

$$12 : 15 :: 46 : x = 57,50$$

on saura, d'une manière très-prompte, que le sucre proposé demandera 57 k. 50 de noir pour atteindre le degré de décoloration obtenu sur le type à l'aide de 46 kil. seulement.

On sent toute l'importance d'une telle vérification; mais, dans l'intérêt de la fabrication, nous avons voulu rechercher le moyen d'obtenir des chiffres positifs et de doser, au millième, la proportion de matière colorante existant dans un sucre. Pour parvenir à ce résultat, nous avons extrait la matière colorante des divers types de sucre brut, suivant la méthode indiquée précédemment. Cette matière ayant été dissoute, pour chaque type, à la dose d'un décigramme dans un litre d'eau, la solution d'essai renfermait un dix-millième en poids de matière colorante, et il devenait dès lors très-facile d'apprécier la quantité pondérale exprimant la coloration d'un échantillon de même teinte. En effet, en faisant dissoudre 100 grammes du sucre à essayer dans de l'eau ordinaire, de manière à obtenir un litre en volume, et en introduisant cette solution dans un des godets, tandis que la solution au dix-millième est placée dans l'autre, on peut faire une comparaison rapide qui donne le poids exact de la matière colorante renfermée dans l'échantillon. Soit l'identité de ton obtenue entre 45 millimètres de solution d'essai au dix-millième et 3 millimètres de la solution du sucre examiné, on n'a plus qu'à faire un calcul simple pour obtenir une appréciation très-nette. Le volume étant égal pour les solutions

comparées, il est clair que, si l'identité de ton était obtenue sur des couches d'égale épaisseur, le sucre essayé n'aurait introduit dans la liqueur qu'un décigramme de matière colorante, et que les 100 grammes de sucre d'échantillon ne contiendraient qu'un décigramme ou un millième de substance colorante. Mais comme l'identité n'a été obtenue qu'entre 3 et 45 millimètres, la proportion :

$$3 : 45 :: 0,1 : x = 1,5$$

fait voir que le sucre essayé contient 1 gr. 5 de matière colorante ou 15 fois plus que le type.

Il est de même très-aisé de former des tables à l'aide desquelles on peut savoir, pour chaque teinte, quelle est la quantité de noir nécessitée pour la décoloration d'une fraction de matière colorante, en sorte que, par un usage raisonné de l'instrument de M. J. Duboscq, on peut sortir des incertitudes et des tâtonnements habituels dans l'emploi du noir comme agent de décoloration. Malgré tout, cependant, il convient de ne pas perdre de vue le fait important qui domine toute la colorimétrie et qui consiste en ce qu'il est impossible de comparer l'intensité de deux teintes différentes. Quel que soit l'instrument employé, on devra donc toujours agir sur des teintes semblables ou rendues telles par un artifice d'optique. Le colorimètre Du boscq n'échappe pas à cette règle qui dérive de la nature même des faits, mais tous les autres instruments de comparaison sont exactement dans le même cas.

Lorsque l'on veut faire choix d'un bon colorimètre, on doit vérifier l'identité absolue de teintes qui doit exister pour les fonds des godets et des tubes plongeurs. Cette constatation doit se faire à vide d'abord, puis ensuite avec une même épaisseur d'un même liquide.

Il est à peine nécessaire de faire observer que le colorimètre Duboscq, comme tous les autres instruments du genre, peut servir à apprécier la propriété décolorante des différents noirs, suivant ce qui a été antérieurement indiqué.

Colorimètre Salleron. — L'appareil de M. J. Salleron, représenté par la figure 52, est une modification de l'instrument de Houton-Labillardière, qui peut servir à comparer la valeur de deux noirs, ou l'intensité de ton de deux substances de même

teinte, ou encore à apprécier la quantité de la matière colorante, d'après la marche tracée précédemment.

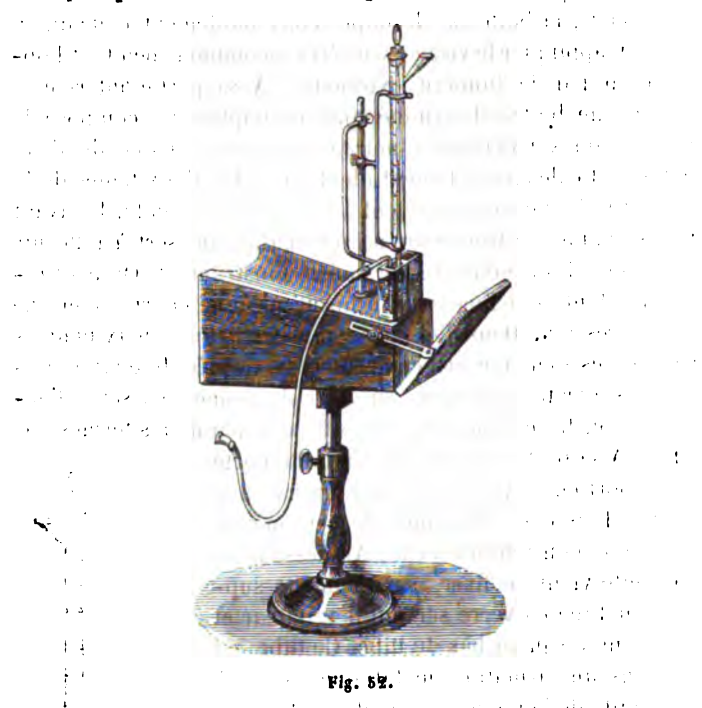


Fig. 52.

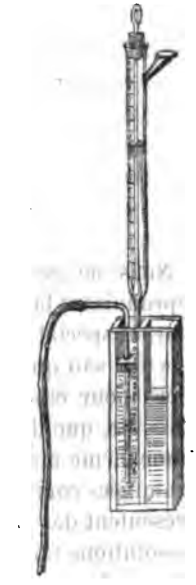
Nous ne pouvons mieux faire connaître cet appareil qu'en reproduisant la notice descriptive qui en a été publiée dans un journal spécial[1] :

« On sait que le procédé employé par M. Houton-Labillardière pour essayer les substances tinctoriales repose sur ce principe, que deux dissolutions formées avec des poids égaux d'une même matière colorante dans des quantités égales d'eau, examinées comparativement dans des tubes de même diamètre, présentent des nuances identiquement semblables, et que des dissolutions faites avec des poids inégaux d'une même matière offrent des nuances dont l'intensité est proportionnelle à ces quantités.

« Le nouvel instrument se compose d'une boîte ayant la

1. *Journal des fabricants de sucre.*

forme d'une pyramide tronquée, fixée par un de ses côtés sur un support qu'on peut élever ou abaisser à volonté. A sa partie postérieure, la boîte est découpée convenablement pour qu'on puisse y appliquer le visage sans être incommodé pendant l'observation par la lumière extérieure. A sa partie antérieure, cette même boîte est terminée par un diaphragme composé de deux plaques métalliques noircies, percées chacune de deux fentes verticales parfaitement identiques. Les deux fentes de la première plaque correspondent à celles de la seconde. En avant de ces plaques se trouve un miroir opalin, qui sert à réfléchir la lumière diffuse dans l'intérieur de l'instrument. On peut régler à volonté l'inclinaison du miroir par une charnière et une vis de pression. Dans l'espace compris entre les deux plaques métalliques s'engage une cuve en verre, formée de deux glaces séparées par trois cloisons en verre de même épaisseur; l'ensemble constitue donc deux tubes à faces parallèles fermés par le bas. A sa partie supérieure, la boîte porte un support en cuivre, sur lequel on fixe une burette divisée en dixièmes de centimètres cubes que l'on remplit d'eau. Au-dessous de la burette vient se fixer, sur le même support, un tube en verre servant d'agitateur et plongeant jusqu'au bas du tube. Ce tube est fixé dans une armature métallique creuse, à l'extrémité de laquelle on adapte un tube en caoutchouc. »


Fig. 53.

La figure 53 donne les détails de la cuve double en verre et de la burette graduée avec le tube d'insufflation.

« Veut-on savoir maintenant, par exemple, le pouvoir décolorant d'un échantillon de noir animal, on en pèse 10 grammes, ainsi qu'un poids égal d'un autre échantillon de noir pris pour type. On place ces pesées sur deux filtres, et l'on verse sur chacun de ceux-ci 10 centimètres cubes d'une même dissolution de mélasse étendue d'eau ou de caramel. On prend 10 centimètres cubes de la dissolution filtrée sur le noir à essayer, que l'on verse dans le tube de droite, et l'on verse également dans le tube de gauche 10 centimètres cubes de la dissolu-

tion décolorée par le noir type. Les deux dissolutions seront plus ou moins décolorées et, ordinairement, c'est le noir type qui aura décoloré davantage. A l'aide de la burette, on versera quelques gouttes d'eau dans le tube de droite; puis, par le tube de caoutchouc, on insufflera légèrement de l'air pour bien mélanger le liquide à essayer et l'eau ajoutée. On observera ensuite, en approchant la tête de l'appareil, si les deux dissolutions ont exactement la même couleur. Si l'identité des teintes n'est pas encore obtenue, on continuera à ajouter de l'eau par petites portions et à insuffler de l'air jusqu'à ce que cette identité se produise; alors l'opération est terminée. On lit sur la burette le nombre de centimètres cubes d'eau employés, et le pouvoir décolorant du noir à essayer sera en raison inverse des chiffres obtenus, c'est-à-dire que, s'il a fallu ajouter 5 centimètres cubes d'eau, le pouvoir décolorant du noir type sera à celui du noir à essayer comme 15 à 10.

« Pour recommencer l'expérience, on n'aura qu'à faire pivoter horizontalement la burette, retirer l'agitateur et l'ensemble des deux tubes à faces parallèles, les laver avec de l'eau et les remettre dans leurs positions primitives.

« Dans l'exemple précédent, l'instrument a servi à déterminer le pouvoir décolorant d'un noir animal relativement à un autre noir pris pour terme de comparaison. La même méthode est applicable lorsqu'il s'agit de rechercher le pouvoir colorant d'une matière tinctoriale. Pour cela, on prendra des poids égaux de la substance à essayer et d'un échantillon pris pour type et devant servir de terme de comparaison; on dissoudra ces pesées dans des volumes égaux du dissolvant à employer suivant la nature de la substance (eau, alcool, éther, essences, etc.) et, s'il est besoin, on filtrera pour obtenir des dissolutions parfaitement limpides. Cela fait, on prendra 10 centimètres cubes de chacune de ces solutions, on les versera dans les tubes, et l'on ramènera ensuite les teintes à la même intensité en ajoutant du dissolvant à la plus colorée au moyen de la burette graduée.

« Cette méthode a été appliquée à quelques échantillons de diverses teintures, et le tableau ci-dessous indique les résultats obtenus. Quand on opère sur des liqueurs colorées en jaune, l'œil apprécie les faibles variations d'intensité avec une très-grande difficulté et, pour cette couleur, la méthode serait moins

précise ; mais on remédie très-facilement à ce défaut en plaçant sur le réflecteur un verre bleu transparent. On obtient alors des teintes vertes dont les variations d'intensité sont très-sensibles à l'œil, et l'instrument devient d'une précision vraiment remarquable.

SUBSTANCES ESSAYÉES.	QUANTITÉS dissoutes dans un litre.	QUANTITÉS appréciables.
	gr.	gr.
Caramel	2,02	0,0012
Fuchsine	0,01	0,000007
Bleu d'aniline	0,01	0,000005
Cochenille	0,10	0,0002
Bleu de Prusse	0,05	0,00004
Vert végétal	0,20	0,0006
Gomme-gutte	0,20	0,00006
Extrait de bois de Campêche	0,20	0,00002
Indigo	0,02	0,00002
Teinture d'orseille	0,02	0,00003

« A l'inspection de ce tableau, on peut se convaincre que le nouveau colorimètre accuse des quantités de matière colorante inappréciables au moyen de la balance la plus sensible et de tous les colorimètres connus jusqu'à ce jour. On doit attribuer l'extrême précision de cet instrument à ses dispositions, qui permettent de comparer les deux liquides sous la même épaisseur et en les éclairant de la même manière. La lumière est diffusée par le miroir, par conséquent elle est indépendante de l'état du ciel. Enfin, l'opération est très-facile à exécuter par la personne la moins expérimentée. »

Comme pour l'appareil Duboscq, cet instrument doit être préalablement vérifié, à vide d'abord, puis avec une solution faible d'une matière colorante donnée ; mais cependant cette précaution est moins indispensable qu'avec le colorimètre Duboscq. Dans celui-ci, en effet, le rayon lumineux, renvoyé par le miroir, traverse le fond des godets et celui des tubes plongeurs. Or, ces fonds, rapportés et mastiqués, peuvent ne pas être d'une *identité absolue* de teinte ou de ton, et cette circonstance suffit pour que l'instrument ne puisse rendre aucun service. Dans le colorimètre Salleron, les deux parois opposées de la cuve ne présenteraient le même inconvénient que plus

rarement, dans le cas où elles n'auraient pas été taillées sur la même pièce de verre ; mais il est toujours bon de s'en assurer et de vérifier par soi-même l'identité de teinte et la parité d'intensité.

Filtration. — On conçoit que, par les vérifications de colorimétrie, on a pu savoir : 1° quelle est la valeur comparative du noir employé comme décolorant, et de quelle quantité on doit se servir pour atteindre un ton donné ; 2° quelle est la coloration relative ou absolue d'un échantillon de sucre déterminé ; 3° quelle est la proportion d'un noir donné qui peut absorber une fraction connue de matière colorante. On a donc pu régler techniquement la quantité de noir à introduire dans les filtres. Ces appareils ne diffèrent pas, d'ailleurs, de ceux employés en sucrerie ; mais il est bon d'avoir trois filtres pour chaque groupe de produits et de faire passer la clairce d'abord sur deux filtres pendant que l'on dégraisse et que l'on recharge le troisième. Lorsque la clairce présente une coloration appréciable, on la fait passer sur le filtre neuf, pendant qu'on procède au dégraissage du plus vieux.

Comme en fabrication, il se fait une perte au dégraissage, mais cette perte peut être réduite par le soin apporté à l'opération. Il convient de faire passer l'eau très-lentement à travers le noir et de prolonger ce travail jusqu'à ce que le liquide sortant ne retienne plus de sucre. Cette précaution est d'autant moins coûteuse que, les eaux de dégraissage servant à la refonte, elles n'exigent pas de dépense de calorique excédante pour leur évaporation. En tout cas, cette dépense serait beaucoup moins importante qu'en fabrication. En général, la perte en sucre n'est guère inférieure à un demi pour cent.

Il a été dit plus haut qu'il convient d'avoir des filtres pour chaque groupe de produits. Il ne faut pas croire, en effet, qu'en faisant filtrer sur le même noir des clairces de valeur décroissante, on fasse une économie notable, comme certains le prétendent. Les produits inférieurs se mêlent en partie à la clairce de meilleure sorte qui les a précédés, et l'on n'arrive qu'à abaisser la qualité moyenne du produit sans compensation suffisante.

Enfin, il est encore un point que nous considérons comme très-important en raffinage, étant admis l'emploi du noir. On

raffine le sucre pour le purifier. Or, il a déjà été dit que le sang et le blanc d'œufs introduisent dans la clairce des éléments étrangers. C'est pire encore pour le noir, qui est toujours alcalin lorsqu'il est neuf ou revivifié et qu'on ne l'a pas neutralisé par des lavages méthodiques. Sans rechercher les causes ou la proportion de cette alcalinité, n'est-il pas évident que l'on introduit dans les claircés une cause de coloration d'autant plus active qu'on emploie une quantité plus forte de noir? Il n'y a qu'un seul remède à cette situation irrationnelle, et il consiste à laver le noir avant de l'employer, d'abord à l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique, puis par l'eau chaude dont on prolonge l'action jusqu'à ce que le liquide soit absolument neutre. Ce n'est que par cette neutralisation que l'on peut tirer du noir de bons résultats, et les gens sensés ne peuvent admettre qu'on se serve de noirs alcalins ou acides pour le traitement des sucres. Ajoutons, pour clore cette observation, que la neutralisation du noir augmente considérablement l'action décolorante de cet agent et que la dépense est largement compensée par la possibilité d'en réduire la quantité.

4° **Cuite.** — La grande amélioration du raffinage se trouve dans l'adoption des *chaudières à cuire dans le vide*, ou chaudières à basse température.

Nous en savons les raisons.

On doit dire, pour être juste, que cette opération est généralement conduite avec une extrême sagacité. Si la raffinerie était sage, si elle voulait, une fois pour toutes, marcher en avant, tendre au vrai progrès, se pénétrer des idées du bien, dans son véritable intérêt, qui est aussi celui de la consommation, elle comprendrait qu'avec la chaudière à cuire dans le vide, le clairçage et la turbine, elle n'a plus besoin de s'attacher au noir, au sang, à la clarification, ni aux autres vieilleries d'un autre âge, dont elle aime trop à s'entourer.

Les chaudières à cuire avec l'aide du vide sont absolument les mêmes que celles usitées en fabrication, et il ne semble pas utile de revenir sur ce qui a été longuement exposé à cet égard. Aujourd'hui, un grand nombre de constructeurs établissent parfaitement ces machines et, mises à part quelques différences de détail, on peut dire qu'elles concourent au même but par les mêmes moyens. Nous signalerons cependant à l'attention

du lecteur la chaudière Brissonneau, dont la figure 54 donne une idée et qui est destinée à utiliser principalement les vapeurs de retour.

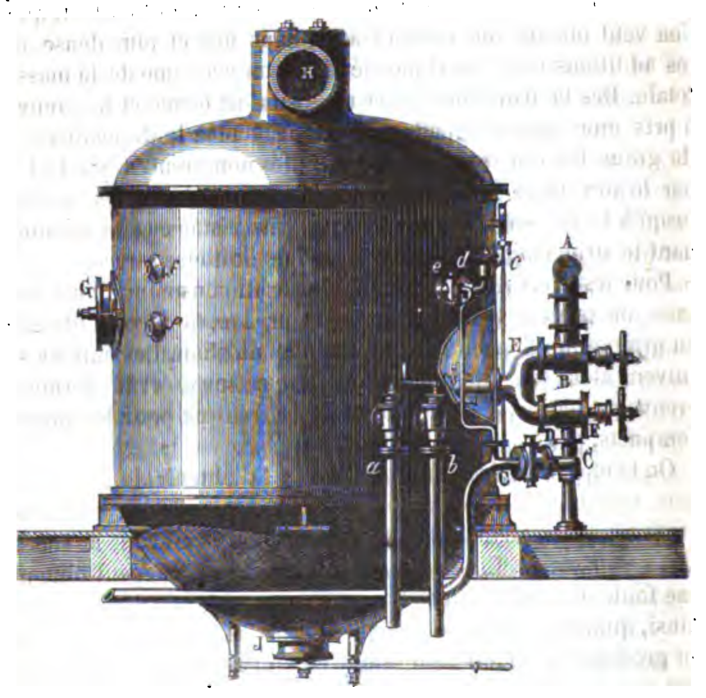


Fig. 54.

La simple inspection de la figure fera comprendre les dispositions de cet engin, sans que nous ayons besoin d'en faire une description spéciale, ce qui a été exposé précédemment (t. II, p. 603 et suiv.) conduisant à l'intelligence pratique de ces sortes d'instruments.

La marche de la cuite et la conduite de l'opération varient, en raffinage, selon la nature du sucre à produire. A la rigueur, la purification du sucre peut se faire très-bien par une simple répétition de la cristallisation, après une clarification préalable. On pourrait donc se borner à concentrer la clairce jusqu'au crochet plus ou moins fort, et à la verser ainsi dans les formes. Mais le commerce et la consommation ont des exigences auxquelles on doit se soumettre : il est préférable de produire le

grain dans l'appareil, pour obtenir les sortes commerciales recherchées.

En règle générale, pour les raffinés très-purs et très-fins, on prend la première preuve d'autant plus serrée, au filet fort, que l'on veut obtenir une cristallisation plus fine et plus dense, et les additions ne doivent pas dépasser un centième de la masse totale. Dès la troisième entrée, le grain est formé et la preuve a pris une apparence un peu opaque, due à la dissémination du grain. On remarque aussi des bulles nombreuses, produites par le pralinage de la vapeur ascendante. On suit les entrées jusqu'à la fin, en n'augmentant pas les cristaux et en maintenant le sirop clair. La preuve terminale doit être serrée.

Pour les sucres légers, préférés par la consommation française, on serre fortement la première preuve, de façon à obtenir du grain et de l'opacité dès la seconde addition. Les entrées se suivent alors sans augmentation des cristaux, et la dernière preuve est légère, c'est-à-dire moins serrée que pour les sucres compacts.

On comprend aisément que, s'il s'agit d'obtenir de gros cristaux très-durs, on devra, au contraire, prendre la première preuve au filet seulement et, pendant tout le travail, la masse doit rester claire. En combinant ces principes, on peut obtenir une foule de variétés dans l'apparence et la forme des cristaux. Ainsi, quand la première preuve est prise au filet fort, on forme du gros grain à l'aide d'une entrée un peu plus considérable, soit environ deux centièmes de la masse. En poussant alors à l'opacité et en serrant la cuite, il se formera, par des entrées ordinaires, du grain très-fin, et la masse présentera un mélange de grains fins et de cristaux larges et brillants, que l'on observe souvent dans les produits de la raffinerie hollandaise.

En somme, il faut d'abord obtenir le grain, puis faire les entrées de manière à conserver la cuite légère, tout en maintenant les cristaux, et la nature du produit sera en rapport avec les données de la première preuve, suivant que le grain aura été formé en gros cristaux ou en cristaux fins.

5° **Cristallisation.** — Lorsque la cuite est terminée, un peu moins serrée si l'on traite des sucres inférieurs, un peu plus pour les beaux sucres, un peu moins pour les sucres légers, un peu plus pour les sucres compacts, à des nuances un

peu différentes en plus ou en moins de la *preuve au crochet* fort, on la fait arriver dans le réchauffoir, où sa température est relevée, par l'introduction de la vapeur dans le faux fond, jusque vers + 75° ou + 80° centigrades.

Dans la pratique ordinaire, le grain se produit dans l'appareil même, et c'est en partie à cela, et encore à la nécessité d'une cristallisation régulière, qu'il faut attribuer l'usage du réchauffoir.

Le sirop cuit, en partie grainé, est donc porté à la température de + 80° et, dès lors, on le laisse cristalliser par le seul fait que l'on cesse de le réchauffer.

Il se trouve placé dans la même condition à cet égard que si, traité par la méthode à *feu nu* ou à la *vapeur libre*, il avait été placé dans un *rafraîchissoir*, où la température serait descendue à 80°.

Cela ne souffre pas contestation.

Le traitement ultérieur est donc identique dans les deux cas, à partir de ce moment.

Lorsque le grain recommence à apparaître, que la surface se recouvre d'une légère croûte cristalline, on mouve et l'on mélange la masse avec un mouveron; ce mouvage est répété deux ou trois fois pour rendre la cristallisation bien homogène, et l'on procède alors à l'*empli* des formes, c'est-à-dire à leur remplissage avec la pâte cristalline.

Lorsque l'on ajoute ensemble plusieurs cuites dans le réchauffoir, il faut avoir la précaution de réchauffer à + 80° à chaque cuite nouvelle que l'on introduit; on mouve bien chaque fois, et ce n'est qu'après l'addition de la dernière cuite que l'on régularise la cristallisation comme il vient d'être dit.

Cette manœuvre du mouvage du grain, au moment où il se forme, paraît être de la plus haute importance pour la beauté des produits et pour l'obtention des qualités que l'on recherche. On mouve moins pour les sucres poreux, à gros cristaux, plus pour les sucres compacts à grain fin, mais il faut se garder de l'excès, qui donne des résultats ternes et sans sonorité.

Les travaux de l'*empli* ou de la mise en *formes*, la *manœuvre* de cette opération, les différents instruments dont on se sert pour le travail, les *dimensions* des formes, etc., ont été l'objet d'une description suffisante (t. II, page 264) pour que nous n'ayons pas à nous arrêter sur ces détails complémentaires de

la mise en cristallisation, qui sont les mêmes en raffinerie qu'en fabrication.

Walkhoff ne semble pas être partisan du mouvage, et il indique, comme la température la plus convenable pour le réchauffage, la limite de + 85°. Il dit avoir obtenu, en réchauffant dans l'appareil même et à la suite d'un travail rapide, des produits plus clairs. Cependant il ajoute que, en Russie et en Angleterre, où l'on requiert des produits très-durs, on est forcé de réchauffer jusqu'à + 90° ou même + 115°, avec la précaution de serrer proportionnellement la cuite et de mouver de manière à obtenir la plus grande homogénéité. Ces idées sont exactes et ne peuvent susciter aucune objection sérieuse dans ce qu'elles ont d'essentiel [1].

Lorsque la masse a été versée dans les formes, l'*empli* étant à la température de + 35° à + 37°, il convient de laisser les formes en cristallisation pendant 15 heures, en moyenne, avant d'enlever la tape, de *primer* et de laisser se commencer la purge, ou la séparation des eaux-mères.

6° **Purge.** — Nous savons ce que c'est que le procédé de la *purge* ou de l'*égouttage sur les pots*, qui est très-familier à toutes les personnes qui ont suivi les faits relatifs à la cristallisation en fabrication. Mais comme on emploie, de préférence, la disposition des planchers percés, dits *planchers lits-de-pains*, nous allons en dire quelques mots, en faisant précéder ce que nous avons à en dire d'une courte observation sur les *rigoles d'égout* de J. Bell..., dans lesquelles nous croyons que l'on peut, sans grand effort d'imagination, retrouver l'origine des planchers lits-de-pains de M. Leroux-Duffié, ou tout au moins une invention antérieure, de valeur presque égale.

Nous ne voulons pas contester le mérite des planchers lits-de-pains, mais nous croyons cependant devoir reproduire ici un extrait du *Repertory of Arts and Manufactures* (juillet 1811), sur les perfectionnements apportés au raffinage des sucres par M. James Bell, qui avait pris à ce sujet une patente, le 10 mai de l'année précédente.

M. Bell reproche divers inconvénients à la pratique ordi-

1. W. *Der Praktische Rübenzuckerfabrikant und Raffinadeur* (p. 605 und 606).

naire qui consiste à placer les formes sur des pots destinés à recevoir le sirop d'égout :

1° Cette pratique exige beaucoup de temps, soit pour recueillir le sirop d'un grand nombre de pots, et le verser dans un réservoir commun, soit pour le porter de ce réservoir dans les chaudières; 2° il est difficile de déterminer la quantité et la qualité du sirop ainsi obtenu et l'époque à laquelle il faut enlever les formes; 3° les pots étant placés dans la partie supérieure et, par conséquent, la plus chaude de l'atelier, le sirop qu'ils contiennent est sujet à tourner à l'aigre; 4° on éprouve beaucoup de déchet, parce que le sirop, en s'attachant aux parois des pots, ne peut être que difficilement enlevé par l'opération du grattage, et parce qu'il se répand sur le sol de l'atelier, lorsque ces pots sont trop pleins; 5° la dépense pour l'achat des pots et pour le remplacement de ceux qui sont cassés est considérable, sans compter que les pots nouveaux absorbent beaucoup de sirop; 6° enfin, il faut des greniers spéciaux pour les placer.

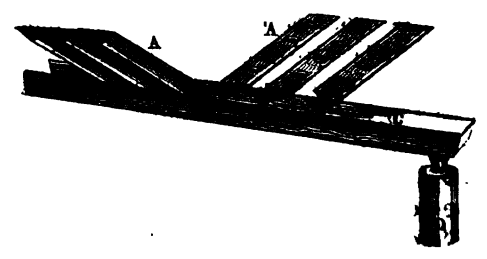


Fig. 55.

M. Bell a cherché à remédier à ces inconvénients par le système représenté dans les figures 55 et 56. Les formes sont placées sur des rigoles propres à recevoir le sirop et à le conduire dans un réservoir principal, d'où on le tire pour le verser dans les chaudières. Ces rigoles, faites en terre cuite ou en métal, sont d'une longueur suffisante, et percées, de distance en distance, de trous dans lesquels s'engage le sommet des cônes contenant le sucre; elles doivent être inclinées, afin que le sirop coule plus facilement. On peut, au besoin, enlever la partie supérieure pour les nettoyer. Dans les figures 55 et 56, AA sont les rigoles sur lesquelles se posent les formes; elles

aboutissent à l'entonnoir B placé sur le canal C destiné à recevoir le sirop qui découle de toutes les formes, et se rend dans le réservoir D, qui est divisé en plusieurs compartiments pour admettre les différentes qualités de sirop. Pour cet objet, le bout du canal C est fait de manière à permettre la vue du sirop; un tuyau garni d'un robinet, adapté à la partie inférieure de chaque case ou compartiment, sert à conduire le sirop dans les chaudières.

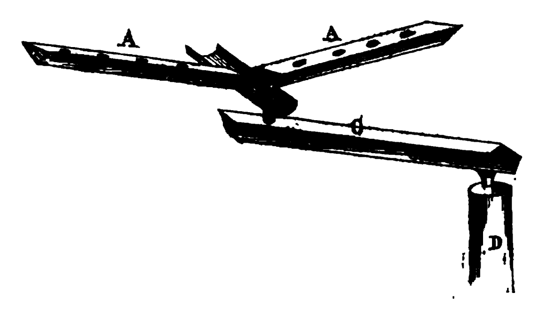


Fig. 56.

On peut enlever les tuyaux, soit pour les nettoyer, soit pour les poser sur telle case du réservoir qu'on désire; la quantité de sirop qui s'y rassemble est mesurée par une échelle graduée. On a soin d'établir le réservoir dans l'endroit le plus froid de l'atelier.

L'usage des rigoles de Bell ne s'est pas propagé en France, du moins nous ne croyons pas que ce mode y ait jamais eu beaucoup de partisans. Les planchers lits-de-pains y sont devenus, au contraire, d'un usage très-répandu, sinon général, en raffinerie.

Ces planchers, dont l'amélioration seule, et non pas l'invention, paraît avoir appartenu à M. Leroux-Dufflé, ne sont autre chose que des coffres formés d'un fond supérieur *a b* percé de trous pour recevoir la pointe des formes *f f*. Le plancher ou fond inférieur, doublement incliné en gouttière *a c b*, sert à conduire les mélasses ou les sirops d'égout dans un conduit *d*, à l'aide duquel on les dirige vers un récipient convenable. La figure 57 donne une idée de la disposition de ces planchers, que l'on peut, d'ailleurs, modifier aisément, selon les exigences de l'emplacement dont on dispose.

C'est par la purge que commence le *travail des greniers*.

Ces greniers consistent dans les quatre étages superposés

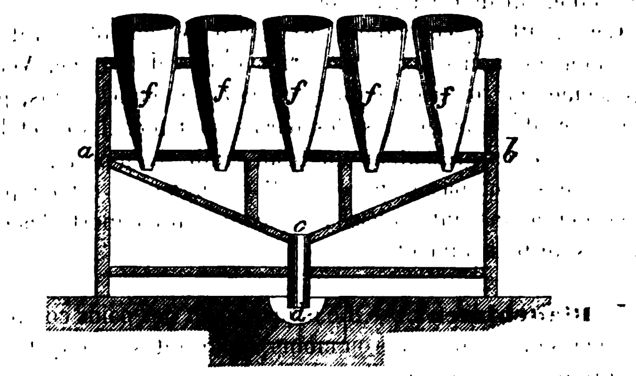


Fig. 57.

où l'on manipule le sucre en pains. Ces pièces sont tenues basses pour économiser, autant que possible, le travail, le combustible et l'emplacement.

On les chauffe à l'aide des vapeurs perdues, que l'on fait circuler dans des tuyaux métalliques.

Vers le milieu des greniers, on a pratiqué un espace vide, d'un mètre carré, que l'on protége par une balustrade ou des garde-fous, et que l'on nomme le *tracas*. C'est au milieu de ce tracas que se met le *monte-pains*, ou chaîne sans fin, garnie de supports circulaires pour recevoir les formes, qu'on y pose la pointe en bas, afin de les faire parvenir aux différents étages dans lesquels on a distribué méthodiquement le travail.

L'empli se trouve à la partie inférieure du système.

Après dix à quinze heures environ de séjour dans l'empli, la cristallisation est arrivée à son terme dans les formes. Elles sont alors dirigées dans les greniers pour que la purge puisse s'y opérer sur les planchers lits-de-pains, ou avec tout autre mode.

L'ouvrier qui les prend sur le monte-pain enlève la *tape*, un second ouvrier les reçoit de celui-ci et les *prime;* un troisième les place à mesure sur les trous du plancher.

Un intervalle de douze à quatorze heures, à la température moyenne de + 30° centigrades, suffit pour que la *patte* des pains ait pris une nuance blonde pâle; elle est *sèche à la main*. Le

sucre, arrivé à cet état, est dit *sucre vert égoutté*, et il s'est débarrassé d'une partie de l'eau-mère, qui est le *sirop vert*, ou sirop d'égout de cristallisation.

Cet égouttage, cependant, est loin d'être complet, et il faut compter au moins six jours avant qu'il soit terminé. Vers le troisième ou quatrième jour, on *loche* quelques pains, pour s'assurer de leur état; si les parois sont bien lisses et bien unies, si elles présentent un beau grain, bien perlé, que les têtes ne soient pas trop colorées, on juge qu'il est temps de procéder à une autre phase du travail, qui comporte les opérations du blanchiment.

7° **Blanchiment.** — Le blanchiment des pains comprend plusieurs opérations plus ou moins importantes, qui sont, dans l'ordre où on les accomplit :

Le lochage ;

La préparation des fonds ;

Le terrage ou le clairçage.

Lorsque l'égouttage est suffisant, on procède au lochage de tous les pains d'une même série. Les débris de sucre, enlevés avec le couteau autour de la patte, sont mis à part pour aider à faire les fonds, et les pains sont remis en place dans leurs formes.

Lorsque le lochage est terminé, on s'occupe de *faire les fonds*. Cette opération est très-simple : elle consiste à gratter la croûte

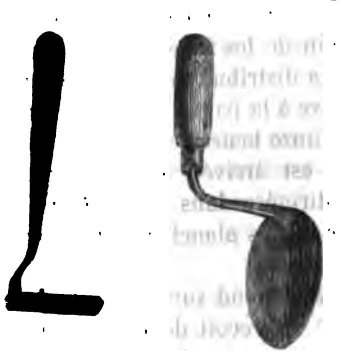


Fig. 58.

de la patte à l'aide d'une sorte de *rifflard* à lame plate; on étend alors sur cette patte une couche bien uniforme et bien

tassée, avec la *truelle à faire les fonds*, d'un mélange de sucre terré ou cassonnade blanche avec les débris du lochage et les grattures des pattes. Il faut surtout prendre soin de bien remplir la *fontaine*, c'est-à-dire le vide que le retrait du sucre a produit à la cristallisation.

Nous avons expliqué précédemment quelle est la cause qui produit cette dépression, et l'on comprend la nécessité de la combler avec des cristaux pour égaliser la patte.

Le sucre de la patte n'ayant pas une consistance suffisante, on en enlève environ 3 centimètres d'épaisseur, et cette manœuvre fournit le sucre nécessaire pour faire une première clairce, ou pour faire les fonds, en même temps qu'elle procure la place nécessaire à la *terre* ou à la *clairce*.

On évalue la proportion du sucre ainsi enlevé sur la patte à 750 grammes environ par forme.

Lorsque les fonds sont préparés, on procède au *lavage* des cristaux, à leur *purification réelle* par le *terrage* ou par le *clairçage*. Nous décrirons ces deux opérations, bien que la première ne soit presque plus usitée.

Terrage. — Nous savons déjà que cette opération consiste à placer sur la patte des pains de l'argile imbibée d'eau ou plutôt une bouillie argileuse, qui ne laisse échapper son eau que très-lentement. Cette eau se sature du sucre des fonds, et il en résulte un sirop blanc saturé, qui constitue une véritable *clairce* et qui, s'emparant du sucre incristallisable et des matières étrangères solubles, colorantes ou autres, les chasse devant lui, les dissout ou les entraîne, sans prendre de nouveau sucre, puisqu'il est saturé.

Le terrage n'est donc rien autre chose qu'un clairçage dans lequel la clairce se prépare seule aux dépens des fonds. C'est pour cela qu'il faut faire les fonds avec du sucre déjà terré ou des débris blancs et presque purs.

Choix et préparation de la terre. — Il faut une argile non ferrugineuse, ne contenant pas de sulfures ou de sels solubles et retenant l'eau d'une manière convenable. Les argiles de Rouen étaient autrefois fort estimées, mais, avec les soins convenables, toutes les argiles plastiques, blanches ou grises, bien lavées, peuvent servir à cet usage.

On fait d'abord dessécher la terre, afin que cette dessiccation augmente son avidité pour l'eau, puis on la délaye dans un bac destiné à cet emploi, avec une quantité d'eau convenable. L'argile, étant bien délayée et réduite en bouillie, se dépose au fond du bac dont on décante l'eau, qui entraîne avec elle les parties solubles.

On renouvelle quatre ou cinq fois ce lavage suivi de décantation, puis on fait passer la terre à travers une passoire, afin de la débarrasser du gravier et des pierres qui peuvent s'y trouver.

On emploie la terre à l'état de bouillie peu épaisse, assez consistante, cependant, pour ne pas reprendre le niveau immédiatement lorsqu'on en projette une petite portion sur la masse. Faisons remarquer, du reste, que cette épreuve empirique ne prouve absolument rien.

Emploi de la terre. — Les fonds étant bien faits et bien tassés, comme nous l'avons dit, on y étend, avec une spatule ou une cuiller, une couche de bouillie argileuse dont l'épaisseur varie de 2 à 3 centimètres ou même 3 centimètres 1/2, selon la qualité des sucres. Plus la qualité est élevée et plus la couche de terre doit être mince; c'est le contraire pour les sortes inférieures.

Quand on voit que la terre reste mouillée et humide, il faut primer les pains qui sont dans cette condition et ne pas craindre de porter la prime un peu plus loin qu'on ne le fait d'habitude pour la sorte traitée, afin de faciliter la pénétration du sirop.

La terre doit sécher sur les pains, ce qui n'arrive guère qu'en sept ou huit jours; mais il faut avoir soin, pendant les deux premiers jours, de maintenir la température aussi basse que possible, afin que la dessiccation ne soit pas l'effet de l'évaporation plutôt que celui de l'absorption. On ferme même les fenêtres du côté du midi, surtout pendant l'été. On élève ensuite la température, mais très-progressivement et vers la fin de chaque terrage, pour favoriser le retrait de l'argile. Vers le cinquième jour et quelquefois dès le quatrième, selon l'apparence de la terre, on la cerne avec un couteau, tout autour des parois de la forme. Cette opération l'aide à se séparer des parois et du fond; elle se consolide et se détache assez nettement par le retrait pour qu'on puisse l'enlever sans difficulté.

C'est à ces disques argileux qu'on donne le nom d'*esquives.*

On donne aux sucres plusieurs terrages, selon leur qualité : les plus beaux reçoivent deux ou trois terres ; les sortes communes, trois ou quatre ; on ne donne ordinairement que deux terres aux sortes dites *bâtardes*.

On doit avoir le plus grand soin de rétablir les *fonds* après chaque terre ; sans cette précaution, l'eau du terrage finirait par se saturer, non plus aux dépens du fond, mais bien du pain lui-même. Il est à peine nécessaire d'ajouter que l'on doit vérifier, par le lochage de quelques formes, le degré de blancheur atteint par la masse des pains.

Les *esquives* sont délayées dans l'eau, pour les ramener à l'état de bouillie argileuse et les employer comme terres neuves ou en mélange, après qu'un lavage a enlevé le sucre qui pouvait y adhérer. La pratique se trouve mieux de se servir d'une terre formée de trois quarts d'argile neuve et d'un quart d'esquives, ce mélange laissant écouler son eau beaucoup moins vite et n'atteignant pas le pain comme les terres neuves.

Voilà, en somme, les particularités les plus intéressantes qui se rattachent au terrage, qui est presque complétement remplacé aujourd'hui par le clairçage, dont la rapidité est incomparablement plus grande.

Clairçage. — Nous avons exposé le principe sur lequel repose le lavage des cristaux avec leur solution saturée ; ce principe est, au fond, le même pour le terrage que pour le clairçage, comme nous l'avons déjà fait remarquer.

Il est d'observation que l'on doit préparer les clairces à la température des greniers et non pas à chaud ; les claircés préparées à chaud offrent le grave inconvénient de laisser dans les sucres un peu de sucre incristallisable, qui les rend très-hygroscopiques et les expose à *tomber* à l'état pulvérulent, par suite de la désagrégation qui se produit dans les pains. On peut cependant éviter ce danger par l'application d'une terre après le clairçage, ce qui donne des produits de premier choix et de parfaite conservation.

Lorsque les fonds sont faits, on n'ajoute du grain que pour égaliser la surface et remplir la fontaine. La beauté de ce grain doit être proportionnée à la qualité du sucre que l'on veut produire.

Ainsi, pour le sucre de premier choix, le fond doit être fait avec du sucre pur.

La clairce, ou sirop de clairçage, est également en proportion avec la sorte à obtenir et le mélis se clairce avec un sirop de mélis. On peut cependant, par une excellente raison d'économie manufacturière, commencer le lavage par des clairces un peu inférieures que l'on améliore à chaque fois, jusqu'à ce que le sirop d'égout sorte à peu près incolore.

Il est rare que quatre doses de clairce, d'un kilogramme chacune, ne suffisent pas au blanchiment des pains, et six jours après la dernière dose, le sucre est suffisamment égoutté, pour que l'on puisse le soumettre aux opérations ultérieures.

On place sur le fond de chaque pain une rondelle de drap humide et bien tordu, dont l'effet est de rendre la répartition du sirop plus égale et d'arrêter les poussières. On verse alors sur cette rondelle un litre de clairce. Lorsque la clairce est absorbée, on répare le fond, après avoir soulevé la rondelle, puis on ajoute une nouvelle dose et ainsi de suite jusqu'à la dernière.

Si l'on doit donner une terre, on fait le fond avec du sucre blanc avant d'en faire l'application.

La différence de rapidité entre le terrage et le clairçage est très-notable; on a, en effet :

Terrage à trois terres,	première terre.........	7 jours.
—	deuxième terre.........	8 —
—	troisième terre.........	9 —
	Total.........	24 jours.
Clairçage avec une terre.	Clairçage...........	8 jours.
—	Une terre...........	8 —
	Total.........	16 jours.
Clairçage seul, durée..........		8 jours.

Plamotage. — Lorsque les pains sont bien égouttés, après le terrage ou le clairçage, on les *plamote*, c'est-à-dire que, à l'aide du rifflard, on ratisse avec soin la patte du pain, on l'approprie et on la régularise, au-dessus d'un petit auget en bois qui reçoit les débris.

Ce plamotage étant fait, on vérifie l'état des pains en en lochant quelques-uns pour s'assurer d'un bon égouttage. On détache ensuite tous les pains de la forme et, s'ils sont en

bonne condition, on les remet aussitôt, sans les changer de place, dans la forme, afin qu'ils conservent les mêmes contacts. Cette opération se fait très-bien à l'aide de quelques petits chocs sur le billot à locher. Lorsque le pain se détache, l'ouvrier passe une main sous la patte pour soutenir le pain, tandis qu'il soulève la forme de l'autre main, pour vérifier le blanchiment. Si le pain est taché, il est mis de côté pour recevoir une petite terre ou un clairçage; selon les cas.

Douze heures après qu'on a plamoté, les formes sont retournées avec précaution sur la base du cône, afin que le sirop de la tête redescende dans l'axe. On les laisse vingt-quatre heures dans cette position, puis on les retourne de nouveau avec la même précaution. Ils restent sur la pointe pendant deux ou trois jours; enfin, on les retourne encore sur la base pendant vingt-quatre heures, en prenant soin de mettre sur la patte un carré de fort papier. Ces différentes manœuvres ont pour but de disséminer également le sirop qui est resté dans le pain.

Après ce dernier temps, les pains sont lochés, recouverts d'un capuchon de papier, pour les empêcher d'être salis, et exposés à l'air pendant vingt-quatre heures.

Les formes sont empilées les unes sur les autres pour être descendues en temps utile par le monte-pain. On procède ensuite à l'étuvage.

On a adopté une méthode d'égouttage forcé qui rend de grands services à la raffinerie et abrége la durée des opérations. Il n'est pas hors de propos d'en dire quelques mots, bien que ce moyen d'action ne soit pas encore appliqué partout. Nous voulons parler de l'emploi de la *sucette*.

Cet appareil est fort simple. Un large tube collecteur disposé horizontalement communique avec une pompe à air, à l'aide d'un tube plus petit qui est soudé vers une extrémité, à la partie supérieure du cylindre. A l'opposé, et symétriquement, est adapté un baromètre indicateur du vide, et un tube d'abduction, partant d'un point arbitraire du large tube, porte le sirop d'égout dans un récipient clos qui se trouve également en communication avec la pompe. Le tuyau large porte, à la partie supérieure, une série d'ajutages, qui sont surmontés d'un robinet et d'un entonnoir garni de caoutchouc. Cet entonnoir présente des dimensions intérieures telles que la pointe de la

forme s'y joint parfaitement, en sorte que, si l'on ouvre le robinet correspondant, la masse du pain est sollicitée par l'action du vide produit par la pompe. L'air extérieur pénètre à travers le pain sous une pression plus ou moins forte, suivant le degré de vide produit et indiqué par le baromètre et ce fluide chasse vers la pointe du pain les portions de sirop ou de claircе qui ne s'étaient pas séparées par l'égouttage simple.

On comprend, d'ailleurs, que les pains ne doivent être soumis à cet *égouttage forcé* qu'après le blanchiment complet et lorsque le travail du clairçage a produit tous ses résultats. La sucette retire environ 500 grammes de sirop par pain et ce sirop, très-pur, est utilisé pour le clairçage.

Malgré tout le mérite de cet appareil, l'action qu'il produit n'est pas telle que toute l'humidité soit enlevée, même après qu'on a laissé les pains sur les entonnoirs pendant une durée de 5 ou 6 heures. Le sirop est appelé de la base vers la pointe, mais il en reste encore une certaine proportion dans la tête du pain, sur une hauteur variable, de 10 centimètres en moyenne. On doit donc locher les pains après l'action de la sucette, puis on les place sur le plancher par la patte, afin que la claircе de la tête redescende dans la masse et s'y distribue régulièrement.

Nous ferons observer qu'il y aurait peut-être intérêt à pratiquer l'égouttage forcé par pression au lieu de le faire par aspiration comme avec l'emploi de la sucette, c'est-à-dire de la pompe aspirante à air. Dans le mode qui vient d'être décrit le vide n'est que relatif, en sorte que la pression atmosphérique ne s'exerce jamais complétement à la base du pain. C'est probablement pour cette raison seulement que l'égouttage n'est que partiel.

Si l'on se servait d'une pompe aspirante et foulante, dont le jeu pût faire le vide relatif dans le tube collecteur et ses annexes, pendant que l'air aspiré se comprimerait dans un récipient spécial, on pourrait aisément distribuer cet air comprimé à la base des pains sur laquelle il exercerait une action énergique, en sorte que le sirop restant dans la masse serait, à la fois, appelé par aspiration et chassé par refoulement.

Sans doute, pour accomplir cette idée, il faudrait modifier un peu les formes et disposer la base du cône en vue de ce genre d'action, mais la question serait bientôt résolue si le ré-

sultat présentait des conséquences économiques quant à la durée du travail.

Lorsque l'égouttage est aussi complet que possible, il ne reste plus qu'à procéder à l'étuvage pour terminer la dessiccation; mais, auparavant, on régularise la tête des pains lorsqu'elle a été altérée pendant le travail du clairçage, pendant l'égouttage, ou par les chocs du lochage. On dresse la patte de manière à lui donner une surface régulière et à retrancher sur la base la quantité de sucre qui s'y trouve en excès. Cette dernière façon s'exécute encore, dans beaucoup d'établissements, à l'aide du couteau à plamoter, mais il est plus commode de soumettre les pains à l'action d'une *fraise*, à laquelle on imprime un mouvement rapide par le moyen d'un volant à manivelle. La fraise pour les têtes porte un couteau à triple lame, dont la disposition ellipsoïde reproduit celle de la pointe des formes. La fraise pour les pattes est munie également d'un couteau à trois lames divergentes, mais le tranchant de ces lames est tangent à un même plan, afin d'assurer le dressage de la base. Quelquefois on ne dispose que d'un seul instrument : dans ce cas, après avoir fait les têtes, on démonte le couteau qui a servi à ce travail et on le remplace par le couteau à pattes, à l'aide duquel on termine la façon. Il est préférable, cependant, pour la rapidité de l'exécution, de disposer de deux fraises, dont l'une sert à régulariser les têtes, tandis que l'autre sert pour dresser les pattes. On évite ainsi de perdre du temps dans le changement des couteaux et l'instrument se conserve plus longtemps en bon état.

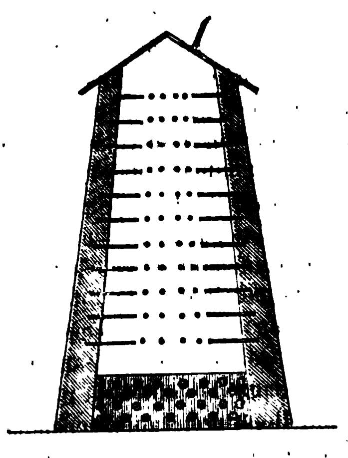
8° Dessiccation. — Beaucoup de personnes, même parmi celles qui sont instruites, se font une idée très-fausse de la dessiccation, en l'attribuant à l'action de la chaleur principalement.

La chaleur, en agissant sur un corps humide, réduit son eau interposée en vapeur, il est vrai; mais, si cette vapeur ne disparaît pas, entraînée par un courant d'air, par un tirage convenable, la dessiccation n'a pas lieu, et elle ne peut se faire qu'autant que cette vapeur est entraînée, détruite ou absorbée.

L'air renouvelé, le vent, même à basse température, produirait plus sûrement et plus promptement la dessiccation qu'une haute température, dans un milieu clos, avec une atmosphère de vapeur.

Ces données, bien connues de tous ceux qui s'occupent de sciences naturelles et principalement des lois de la physique, permettent d'apprécier tout ce qu'il y a de vicieux dans la construction des étuves à sucre, où tout est calculé pour échauffer l'air sans lui permettre de se renouveler par un tirage convenable.

L'*étuve* actuelle, dans laquelle on opère la dessiccation des pains de sucre terrés, ou claircés, doit donc être établie pour



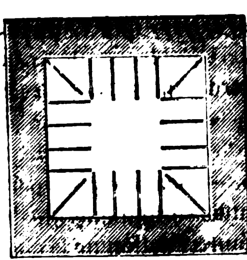


Fig. 59.

donner à l'intérieur une chaleur suffisante et graduée; et pour permettre à la vapeur produite de s'échapper par un renouvellement d'air bien calculé.

C'est ordinairement une sorte de construction carrée, de 6 à 8 mètres de côté, qui s'élève au moins aussi haut que le bâtiment des greniers. Les murs en sont épais et bien joints, afin de conserver la chaleur et de préserver la température in-

térieure contre les variations qui pourraient résulter de causes extérieures.

Au niveau de chaque grenier, l'étuve est percée d'une baie que l'on ferme par une porte hermétiquement close. La hauteur est divisée également en petits étages qui varient de 0m,65 à 0m,70 et 0m,75, selon la hauteur des pains à y placer. Ces étages sont formés à claire-voie par des liteaux en bois qui reposent sur de petites solives. Un tracas règne au milieu de l'espace pour permettre la manœuvre.

Le rez-de-chaussée de l'étuve renfermait autrefois un poêle énorme que l'on alimentait de l'extérieur. Il renferme maintenant quatre rangées de tuyaux de fonte superposés, qui sont écartés de 5 centimètres les uns des autres, et établis en quinconce dans le sens de la coupe (fig. 59). Tous ces tubes, d'un diamètre de 18 centimètres, communiquent entre eux, et sont reliés par un système de brides et de boulons. La vapeur y circule et les échauffe; l'air du dehors, en passant à travers les rangées, acquiert une certaine température plus ou moins élevée, et il échauffe à son tour toute l'étuve.

Une disposition, qui n'est pas encore assez généralement adoptée, consiste à ménager à la partie supérieure, dans le toit de l'étuve, un ventilateur qui a pour fonction d'appeler l'air intérieur chargé de vapeur et d'en forcer ainsi le renouvellement par des ouvertures pratiquées en bas.

Il est possible d'augmenter ou de diminuer le courant, en ouvrant ou en fermant une partie de ces ouvertures inférieures.

Les autres étuves, où cette disposition n'est pas pratiquée, participent au défaut que nous avons signalé, et le temps de la dessiccation y est beaucoup plus long, à cause de la difficulté que l'air éprouve à s'y renouveler.

Il convient d'ajouter, cependant, que l'emploi des ventilateurs n'est pas sans inconvénients lorsque ces appareils sont sollicités par une vitesse excessive. L'air parcourt l'étuve avec une trop grande rapidité et il n'entraîne pas assez complétement l'humidité. D'un autre côté, il est indispensable que l'appel de l'air se fasse, non pas au sommet du toit de l'étuve par une ouverture centrale, mais bien par plusieurs ouvertures pratiquées dans les angles, afin que le renouvellement de la masse s'opère d'une manière complète. Rien ne serait plus aisé, du

reste; que de faire correspondre ces ouvertures avec un tube unique servant de carneau d'appel au ventilateur, et l'on maintiendrait cet appareil sous le minimum de vitesse.

Malgré ce qui a été dit au sujet des corps avides d'humidité, tels que le chlorure de calcium, la chaux vive, etc., il ne semble pas conforme aux règles d'une sage économie d'en faire usage pour absorber l'eau de l'air ambiant dans les étuves. On peut opérer très-bien la dessiccation des pains dans l'étuve ordinaire chauffée par des chaleurs perdues, pourvu que les orifices d'appel soient bien placés, et la dessiccation n'occasionne plus qu'une dépense très-faible, relativement insignifiante. Nous ne voyons donc pas bien la raison pour laquelle on augmenterait les frais de cette phase du travail sans qu'un résultat plus avantageux pût faire compensation.

L'ouvrier commence à placer les pains sur les trois côtés des étagères qui sont devant lui, à sa droite et à sa gauche. Il dispose alors une claire-voie à liteaux sur le tracas au niveau de chaque étagère, et il garnit également cet espace de pains arrimés, ainsi que le quatrième côté. Il continue ainsi d'étagère en étagère jusqu'au sommet de l'étuve.

L'étuve d'une raffinerie doit avoir des dimensions assez grandes pour que la dessiccation soit au niveau de la production.

Quand l'étuve est chargée, on la chauffe très-progressivement, en y faisant circuler d'abord de l'air à peine plus chaud que celui de l'extérieur, auquel les pains ont été exposés après le plamotage et le lochage. On augmente ensuite *très-graduellement* la température, de manière à obtenir vers la fin une moyenne de + 45° environ, qui pénètre complétement l'intérieur des pains.

Il est facile de comprendre que, sans ce ménagement très-lent de l'échauffement de l'étuve, la réduction subite en vapeur de l'eau des pains aurait pour résultat de les désagréger et de les faire *tomber*.

On s'assure de temps en temps de l'état des pains, ce dont on juge par leur sonorité; mais il ne faut pas laisser la porte ouverte, parce que le contact de l'air froid extérieur ferait gercer les pains les plus exposés à son atteinte.

Un thermomètre, placé à chaque grenier en dedans de l'étuve et que l'on peut voir par une vitre disposée dans la porte,

permet de juger de la température intérieure et de la régler convenablement.

La durée de l'étuvage varie selon la grosseur des pains, la qualité de leur cristallisation, la nature de leur grain et leur degré de porosité. L'opération dure environ dix jours en moyenne. On laisse les pains se refroidir dans l'étuve d'une manière graduelle, afin qu'ils n'éprouvent pas de retrait; on supprime peu à peu l'arrivée de la vapeur dans les cylindres, on ouvre graduellement les portes, afin d'éviter qu'un refroidissement trop brusque ne fasse fendre les pains ou ne leur donne un ton mat et terreux, que l'on doit repousser commercialement, car, s'il peut être l'indice d'un refroidissement subit et mal dirigé, il peut aussi être celui d'une dessiccation insuffisante.

Près de l'étuve est l'atelier de pliage; on y met les sucres en papiers, après les avoir pesés. Les sucres d'exportation reçoivent ordinairement une chemise violette et ceux de consommation une chemise bleue.

Observation. — Après cet exposé des principaux faits du raffinage, dans lesquels on peut reconnaître aisément quelles sont les manipulations et les procédés qui n'ont subi aucune modification, qui sont restés ce qu'ils étaient dans l'ancienne méthode, il nous reste à nous rendre compte de la suite du mouvement manufacturier.

Nous avons parcouru les phases du traitement d'un sucre brut de fabrication depuis sa dissolution ou sa *refonte* jusqu'à sa *mise en papier*, et nous avons obtenu un beau produit, une première sorte connue sous le nom de *sucre mélis*, *sucre quatre cassons* ou *raffinade*. Cette fabrication nous a donné des résidus; il faut chercher ce qu'il y a à en faire.

Produits secondaires. — Nous avons eu d'abord des *sirops verts* ou *gras*, de *gros sirops*, qui se sont écoulés des pains, pris dans la première phase de la purge.

Si nous avons terré, nous avons eu :

Les sirops découverts plus ou moins fins.	Les sirops de première terre ou de première couverture.
	Les sirops de deuxième terre ou de deuxième couverture.
	Les sirops de troisième terre ou de troisième couverture.

Tous ces sirops, qui ne sont guère, les sirops fins surtout,

que des saturations de sucre, doivent rentrer dans le mouvement. On en fait les produits secondaires.

Lumps et bâtardes. — On les fabrique en traitant par les opérations précédemment décrites un mélange des sirops verts des quatre cassons avec les sirops fins du terrage ou du clairçage des lumps et bâtardes d'une opération précédente et la refonte des têtes de ces sortes. On y ajoute aussi des sucres gras qu'on a repoussés aux quatre cassons, les gratures des emballages et les débris.

Composition moyenne, sucre solide, têtes, résidus de barriques, etc., environ	35 à 40 pour 100
Sirops verts de quatre cassons	30 à 35
Sirops couverts de lumps et bâtardes	30 à 35

Pour obtenir des lumps de premier choix, on y ajoute des sirops fins de première et de deuxième terres, ou de première et deuxième couvertures de quatre cassons; la proportion est arbitraire et dépend de l'appréciation du moment.

Ces matières passent par toute la série des opérations du raffinage. Elles exigent moins de noir fin et de sang à la clarification, comme nous l'avons déjà fait observer.

Après la cuite, on met les sirops à cristalliser dans des formes de sept ou dans des bâtardes que l'on ne monte pas ordinairement dans les greniers. L'empli se fait en deux ou trois fois, comme en fabrication. On n'opale qu'une seule fois[1], mais il faut presque toujours primer à deux reprises et à dix centimètres de profondeur.

Il peut arriver aussi, dans les chaleurs, que l'on soit obligé de *garnir* les têtes des formes à la purge. Lorsque la cristallisation se fait mal dans les bâtardes et que l'on craint que des

1. Nous avons indiqué la raison qui fait pratiquer le *mouvage* des sirops cuits, au moment où ils commencent à *grener*; c'est encore cette même raison qui a conduit à la pratique de l'*opalage*... Le *couteau à opaler* est une spatule en bois dont la lame porte environ 4 centimètres de large; elle doit être assez longue pour pénétrer jusqu'au fond des formes et elle est terminée par un manche arrondi. On s'en sert pour détacher les cristaux qui s'attachent aux parois des formes et serrer uniformément le grain dans la masse. Cette opération ne se fait qu'après que la cristallisation est bien nettement caractérisée. On la répète plus ou moins; mais, en règle générale, on doit moins opaler les sortes inférieures, qui ne purgent bien qu'à la condition d'avoir d'assez gros cristaux, et nous savons que l'agitation, le mouvage, l'opalage, par conséquent, produit des cristaux fins.

cristaux soient entraînés, on enveloppe la tête de la forme avec un morceau de drap ou de toile de 25 centimètres carrés, avant de les placer sur les pots ou les planchers, afin d'arrêter ces cristaux au passage.

Les lumps reçoivent une terre ou une couverture de plus que les bâtardes, en sorte que leur blanchiment est à peu près complet, tandis que la pointe des bâtardes reste brune. C'est pour cette raison qu'on la retranche et on la renvoie à la refonte pour lumps et bâtardes.

Bien que nous n'approuvions pas personnellement la fabrication de mauvais sucres, lorsque l'on peut n'en faire que de bons, la préparation des bâtardes est quelquefois nécessitée par la demande, et le fabricant juge de l'opportunité.

Nous pensons également que, dans tous les cas, les sortes du raffinage devraient rentrer dans les trois que nous venons d'indiquer, tous les gros sirops de bâtardes et même de lumps ordinaires devant être envoyés à la cuite, au bac à cristalliser et à la turbine, afin que leur produit puisse entrer convenablement dans la préparation des bonnes sortes. La pratique n'en juge pas ainsi, et l'on fait une quatrième sorte.

Les *vergeoises* sont des sucres de rebut, que l'on fabrique avec les sirops verts et les sirops de première terre ou de première couverture, des lumps de second choix et des bâtardes.

La cuite se serre davantage : on n'opale pas. La cristallisation étant plus lente, on ne prime que deux jours après l'empli : on est obligé de primer deux ou même trois fois.

La purge en *vert* dure de six semaines à deux mois, à la température de + 40°. Après la purge, on loche ces sucres, on les pile et, le plus souvent, ils rentrent dans la fabrication.

Disons cependant que, maintenant, cette dernière opération, tracassière s'il en fut, ne se fait plus que dans certaines raffineries arriérées, où le respect des traditions du temps jadis l'emporte sur le bon sens et la raison.

Dans les établissements réellement manufacturiers, on ne fait pas de vergeoises; les matières de leur fabrication vont au bac à cristalliser et à la turbine, après la cuite.

Chaque terre des lumps et des bâtardes demande une dizaine de jours. On fait les fonds avec des havanes ou des brésils, de mauvais sucres exotiques, mélangés de raclures du plamotage. On donne deux terres aux bâtardes et trois aux

lumps; mais les têtes, même de ces dernières sortes, sont rarement bien épurées : aussi les coupe-t-on et on livre ces sortes sous la forme de pains tronqués.

L'adoption générale du turbinage permet de faire rentrer les sous-produits dans la fabrication. Dans un très-grand nombre d'usines, cependant, on réduit ces produits en *farine*, à l'aide de moulins concasseurs, de meules verticales et de blutoirs ou de tamis.

Observation. — Nous ne saurions trop redire aux raffineurs que leur ténacité, leur obstination à la confection de ces sortes est une véritable manie, qui ne s'appuie sur aucune raison valable. Il ne devrait y avoir qu'un seul sucre, une seule sorte, du sucre *blanc et pur;* tout au plus devrait-on tolérer une sorte de sucre *blanc* et *pur*, un peu inférieure en beauté, et différenciée seulement par le grain. Tous les sirops verts et même tous les sirops couverts, de second et de troisième choix, devraient retourner à la cuite, pour rendre des cristaux bruts, lesquels épurés par la turbine rentreraient dans la préparation du sucre de premier choix.

C'est là un des grands désidérata de la fabrication sucrière, et l'entêtement seul arrête ce progrès si désirable dans l'intérêt de la consommation.

Bas produits. — Les sirops verts qui ont fourni des bâtardes et des vergeoises — nous disons, nous, *tous les sirops verts* qui ne peuvent pas donner des premiers produits — doivent être traités par des *rapprochements successifs*, qui permettent d'en éliminer le sucre cristallisable jusqu'à un épuisement donné, que l'on ne peut plus franchir.

Comme la chose ressort d'elle-même, tous ces sirops ont besoin d'être soumis à une cuite de plus en plus serrée, et nous sommes parfaitement convaincu de ce fait, que le raffinage pourrait épuiser presque totalement les sirops de rebut, à 20 ou 25 pour 100 près, en graduant convenablement le degré des recuites.

Toutes ces cuites offrent la tendance à ne cristalliser que plus lentement; aussi les formes ne doivent-elles plus être employées pour elles, et la *cristallisation en bacs*, plus ou moins promptement effectuée, est la seule marche industrielle. La

purge forcée par la turbine n'offre pas de différence avec ce qui se pratique en sucrerie pour les seconds et troisièmes jets. Nous conseillerons cependant d'apporter le plus de soin qu'il est possible à la purification sommaire de ces bas produits dans la turbine, à leur blanchiment, ou plutôt à leur décoloration, afin de pouvoir les faire rentrer avantageusement dans les mélanges pour le beau sucre, le mélis, que nous devrions consommer exclusivement.

Nous terminons cette étude des procédés du raffinage par quelques mots sur un produit, accessoire en France, de haute importance dans les provinces belges : nous avons nommé le *sucre candi*. Cette forme n'est que du sucre auquel on a fait éprouver la cristallisation régulière et lente, ce qui détermine la formation de gros cristaux, au lieu de la cristallisation confuse du sucre en pains ou du sucre brut.

Sucre candi. — D'après Berzelius, le sucre candi retiendrait de l'eau, soit de cristallisation, soit plutôt d'interposition, et il serait composé de :

Sucre anhydre.............	94,4	sur 100 parties.
Eau.......................	5,6	

Nous ne nous arrêterons pas à cette donnée, qui n'intéresse que très-médiocrement la fabrication.

La fabrication de ce produit est considérable en Belgique; mais, en France, elle est assez réduite, et la consommation ne l'applique guère qu'à la fabrication du vin de Champagne et pour quelques produits de confiserie.

On distingue le *candi blanc*, le *candi paille*, et le *candi roux*.

La matière première du candi blanc est le sucre en pains ordinaire, le sucre lumps.

Celle du candi paille est un mélange de sucre terré et de sucre de l'Inde, dont la teneur en sucre incristallisable suffit à retarder un peu la cristallisation et à la rendre plus régulière.

Le candi roux se fait avec la sorte de brut, dite quatrième ordinaire.

Le manuel de cette préparation est fort simple. On clarifie avec le noir fin et les œufs (7 ou 8 pour remplacer 1 litre de sang); on filtre avec les filtres Taylor ou à la chausse.

La cuite se fait dans une chaudière à l'air libre; si on la

fait dans le vide, il faut réchauffer jusqu'au point d'ébullition à l'air, le but étant ici de ralentir la cristallisation.

Le degré de la cuite est la *preuve au soufflé*, plus ou moins prononcé, selon la nuance. Le candi blanc ne se cuit qu'au petit soufflé.

La cuite ne fait que passer par le rafraîchissoir, dont on l'enlève aussitôt pour la mettre en cristallisation dans les terrines. Ces terrines sont des vases en cuivre, bien lisses à l'intérieur, circonstance qui retarde le grain, présentant la forme hémisphérique, et offrant quinze ou vingt petits trous *a*, *b* (fig. 60), lesquels servent à passer les fils contre lesquels doivent

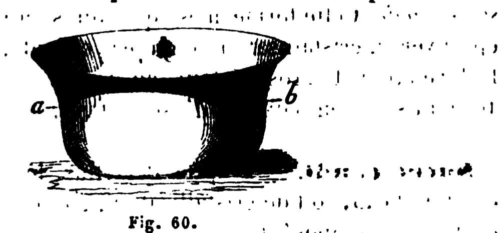


Fig. 60.

s'attacher les cristaux. Ces petits trous sont recouverts à l'extérieur par de petits morceaux de papier qui empêchent la perte du sirop.

Les terrines remplies et montées sont portées dans une étuve, dont la disposition rappelle celle de l'étuve de raffinerie, sauf les dimensions, bien entendu, et à cette différence près qu'il n'y a pas de courant d'air et que les étagères ne sont distantes que de 40 centimètres.

L'étuve garnie et close, on la chauffe par un calorifère ou par des tubes à circulation de vapeur ou d'air chaud, et l'on maintient la température entre + 30° et + 32°. Il faut éviter avec soin toutes les secousses qui pourraient troubler la tranquillité nécessaire à la cristallisation, sur laquelle les courants d'air même ont une notable influence. Elle est terminée en un temps qui varie de six à dix ou douze jours; on s'en assure en brisant la croûte cristallisée d'une terrine et en sondant les cristaux du fond, des parois et des fils. Lorsqu'elle est terminée, on détache une partie de la croûte, on verse le sirop qui se rend dans un récipient. Les terrines sont dressées sur le côté pour faciliter l'égouttage.

Après cela, on détache les cristaux, en plongeant un instant

l'extérieur de la bassine dans l'eau bouillante; on les place à l'étuve où ils sèchent en vingt-quatre heures sur les étagères, et on les encaisse pour les livrer au commerce.

Telle est la marche sommaire suivie par la fabrication du sucre candi, qui rentre plutôt dans l'art du confiseur que dans l'industrie sucrière proprement dite. Ce n'est, en effet, ni de la fabrication, ni du raffinage; c'est une simple transformation qui consiste dans une cristallisation lente des produits bruts ou raffinés de l'industrie sucrière.

L'importance relative de son usage, pour une fabrication éminemment française, et la consommation qu'on en fait en Belgique nous ont empêché de la passer sous silence.

Les règles générales relatives à la cristallisation, qui ont été exposées précédemment, sont applicables de tous points à la fabrication du sucre candi, et nous ne croyons pas devoir y revenir.

Résultats moyens du raffinage. — Le rendement du sucre brut au raffinage ne saurait être apprécié à l'avance d'une manière générale, au moins dans l'état actuel de la fabrication et du raffinage. Un sucre brut rendra d'autant plus du sucre pur, qu'il sera plus sec, plus blanc, plus rapproché de la pureté lui-même, mieux débarrassé des sucrates et des principes acides, ou des autres causes d'altération.

Il rendra d'autant plus que les procédés du raffineur seront plus rationnels.

On sait que, tout en employant la même matière première, des établissements différents ne produisent ni la même quantité ni la même qualité, à moins d'une similitude absolue de travail, de méthode et même de machinerie. Ceci n'est pas difficile à démontrer aux contradicteurs intéressés, qui seraient tentés de nous adresser quelque objection à cet égard. Il nous suffit, en effet, de leur poser cette question :

Pourquoi certains établissements de raffinage font-ils plus de mélasse que d'autres et pourquoi la mélasse de raffinerie est-elle si variable quant à sa teneur en sucre?

On comprend assez que la réponse à cette question repose sur la différence de travail et qu'elle prouve péremptoirement la variation du rendement, de par le fait du raffineur, indépendamment de la nature même du sucre brut employé.

Ceci conduit à une conséquence fort intéressante dont nous dirons un mot tout à l'heure.

M. Payen a cru devoir donner des chiffres de rendement au raffinage, dans les quelques pages qu'il a consacrées au sucre; voici les données de son tableau de rendement, applicable, dit-il, au sucre de betterave seulement, le sucre brut de canne fournissant 2 pour 100 de moins en sucre et 2,5 pour 100 de plus en mélasse.

Rendement de 100 kilogrammes de sucre brut de betterave.

QUALITÉ des SUCRES BRUTS.	SUCRE en PAINS (Mélis).	LUMPS TERRÉES.	TOTAL du SUCRE blanc.	VERGEOISES.	TOTAL du RENDEMENT.	MÉLASSE.
Basse 4e......	52	15	67	15	82	18
4e commune...	54	16	70	14	84	16
4e ordinaire...	58	17	75	12	87	13
Bonne 4e.....	60	18	78	10	88	12
Belle 4e......	64	18	82	8	90	10
Sucres claircés.	70	16	86	5	91	9

La moindre habitude de la sucrerie fait voir toute l'impossibilité des rendements précédents, qui seraient à peine compréhensibles avec des sucres exotiques de basse qualité, mais qui ne le sont nullement avec les produits indigènes... Comment se fait-il que des *sucres claircés*, presque purs, débarrassés des causes d'altération, fournissent 14 pour 100 de déchets, 5 de vergeoise et 9 de mélasse, en supposant une bonne méthode de travail? Comment justifier 33 pour 100 de déchet sur la basse quatrième? Nous n'en savons rien et nous ne chercherons pas à le savoir; mais, comme cette question se rattache à quelque chose de plus grave que les dires hasardés des théoriciens, nous nous contenterons de faire quelques observations générales, dont nous engageons le lecteur à prendre note.

La question d'impôt se trouve tout entière dans le rendement industriel. C'est la mauvaise assiette de cet impôt relativement au rendement de fabrication, plus encore que son taux trop élevé, qui en fait une des injustices fiscales les plus criantes de notre époque.

Plus le rendement adopté pour base légale est élevé, sans exagération, plus il rapproche de la vérité, tandis qu'un rendement faux conduit à une appréciation mensongère en faveur de quelques intérêts particuliers, aux dépens du Trésor, de la consommation et des contribuables.

Avec un rendement *vrai*, le drawback ne serait plus qu'un acte de justice, une simple mesure d'équité.

Ce sont ces raisons, les meilleures assurément que l'on puisse invoquer dans un pays où la conscience publique n'est pas encore tout à fait morte, qui font réclamer une nouvelle assiette de l'impôt, qui appellent la base du rendement vrai, aussi bien pour la fabrication que pour le raffinage.

Comment atteindre ce chiffre exact, sinon par un essai? La teneur en sucre d'un produit brut ne peut être assimilée au rendement industriel; il y aura toujours un écart au raffinage, des pertes à la fabrication. Il résulte de ceci que, la teneur en sucre étant connue par un moyen quelconque, il devrait suffire d'en retrancher le chiffre de l'écart pour obtenir le rendement vrai.

C'est donc cet écart qu'il convient de rechercher par des moyens pratiques, afin de pouvoir fixer enfin un chiffre sérieux.

A quelque source que les indications reproduites plus haut, à titre de curiosité seulement, aient été puisées, elles ne peuvent prétendre à aucune créance aujourd'hui, lorsque l'on sait que le rendement *pratique moyen* égale celui que l'on attribue aux sucres claircés. De telles données sont la condamnation de la raffinerie, car elles équivalent à dire qu'elle détruit une proportion considérable du sucre, isolé avec tant de peine par la fabrication, et qu'elle le transforme en mélasse et en bas produits, pour le plaisir de le faire.

Ce ne peut être cela. Qu'est-ce donc, sinon le besoin de faire croire à un rendement inférieur, afin d'obtenir plus de bénéfice au détriment de tous?

Nous nous arrêtons dans cet ordre d'idées, mais nous ne devons pas laisser ignorer notre pensée à ce sujet. Il est de notre devoir de dire hautement, à la face de la fabrication sucrière et de la raffinerie surtout, qu'un ÉCART DE CINQ POUR CENT SUR LA RICHESSE RÉELLE nous paraît une base équitable pour la fixation du rendement vrai au raffinage. C'est aux raf-

fineurs de travailler assez sérieusement pour ne pas le dépasser.

Le lecteur comprendra sans peine que, si nous regardons la raffinerie comme la plaie de l'industrie sucrière, nous n'entendons élever aucune objection contre le raffinage même, et que la personnalité des raffineurs est en dehors de la discussion. L'utilité du raffinage, c'est-à-dire de la purification des sucres, n'est pas contestable, et les raffineurs sont nécessaires, pourvu qu'ils soient en même temps fabricants. Mais, en dépit de toutes les allégations, on peut difficilement faire admettre à des observateurs sensés, qu'une industrie doive être scindée en deux portions, la production et la purification, dans le but de faire la fortune des intermédiaires et des raffineurs, au risque de blesser les intérêts les plus respectables. Voilà toute notre pensée, et nous l'exprimons succinctement ici, afin de ne laisser subsister aucune ambiguïté, aucun malentendu. Les faits sont significatifs. Pendant que la raffinerie, dont l'inutilité frappe tous les esprits, étale des fortunes aussi scandaleuses que colossales; pendant que des spéculateurs, partis hier de zéro, arrivent en quelques années à accumuler des millions, l'État est lésé dans ses intérêts, la consommation paye le sucre deux fois sa valeur, et la fabrication languit dans le marasme, ou se débat contre les chances de ruine. Les frelons profitent du labeur des abeilles, et cette iniquité, contre laquelle nous avons toujours protesté, ne peut prendre fin que par l'adoption de mesures sérieuses.

Le jour où la raffinerie sera exercée, le jour où elle sera forcée à un rendement égal à la richesse réelle, diminuée d'un écart de 5 p. 100, sous peine d'avoir à payer, pour les manquants, et l'impôt et l'amende; le jour, enfin, où le prix de vente du sucre à la consommation sera fixé par une mercuriale officielle, établie par des hommes compétents et incorruptibles, on pourra oublier les méfaits de la raffinerie pour la considérer à l'égal de toute autre industrie. Ce jour-là, en effet, elle devra travailler, elle aura à lutter contre les chances aléatoires, aussi bien que la production, et elle aura cessé de compter sur des bénéfices certains, sur des profits exagérés, puisés dans la caisse de tout le monde. Alors, seulement, elle sera devenue une industrie honnête, au point de vue général, et elle aura conquis les suffrages de ses adversaires.

III. — PROCÉDÉS PARTICULIERS APPLIQUÉS AU RAFFINAGE DES SUCRES.

En résumant la question du raffinage, on trouve que la méthode régulière consiste dans une dissolution du sucre brut, suivie d'une purification du sirop, d'une cuite nouvelle et d'une seconde cristallisation, dont on complète l'effet par un lavage des cristaux obtenus. C'est précisément ainsi que l'on opère pour la purification ou le raffinage de tous les corps cristallisables, et il n'y a rien, en tout cela, de particulier. Les nouveautés ne peuvent porter que sur la purification du sirop ou sur le mode de lavage des cristaux, la refonte, la cuite et la cristallisation ne pouvant être l'objet d'aucune modification essentielle. Cette proposition est de toute évidence et, mise à part l'adoption de certaines formes de chaudières, de l'emploi du vide, de la purge forcée, sauf la possibilité de quelques améliorations de détail relativement à l'outillage, les inventeurs sont fort à l'étroit en matière de raffinage. Aussi, tous les efforts ont-ils porté sur les deux points qui viennent d'être signalés, la purification des sirops et le clairçage des pains, et n'ont-ils produit que deux procédés discutables, dont il y a quelque intérêt à occuper l'attention de l'industrie. Ces procédés consistent dans l'emploi du *sucrate d'hydrocarbonate de chaux*, de MM. Boivin et Loiseau, pour le traitement des sirops, et dans l'emploi de l'*alcool au clairçage*, et nous devons en entretenir nos lecteurs, afin de ne pas laisser de lacune importante et, enfin, parce que ces deux procédés ont fourni prétexte à des discussions plus ou moins bruyantes. Comme il ne s'agit pas, en matière industrielle, de se guider sur les allégations, mais bien d'étudier l'économie des résultats, il convient d'entrer dans quelques détails au sujet de ces deux procédés, dont le premier s'applique à la purification des sirops, et le second au lavage des cristaux.

Procédé Boivin et Loiseau. — Dans un but d'impartialité facilement compréhensible, nous exposerons le procédé dont il s'agit, d'après les inventeurs eux-mêmes, en analysant le texte de leur brevet primitif, et en reproduisant certaines observations qui ont été publiées à cet égard.

On trouve, dans le brevet de MM. Boivin et Loiseau, les indications suivantes [1] :

« La chaux a été, jusqu'à présent, le principal agent employé par l'industrie sucrière pour épurer les jus sucrés. Le prix relativement peu élevé de cet agent, la facilité avec laquelle on se la procure et sa parfaite innocuité lui font jouer un rôle dont l'importance devient de plus en plus manifeste...

« Plus tard, M. Rousseau, pour éviter la coloration des jus produite par un excès de chaux, reconnut qu'il ne fallait pas dépasser la température de 90°, et il employa l'acide carbonique pour saturer la chaux restée en dissolution dans le jus décanté..

« En pratiquant ce procédé, plusieurs fabricants remarquèrent que l'acide carbonique opérait aussi une décoloration qui était surtout sensible lorsque les jus déféqués étaient riches en chaux; ils furent ainsi conduits à en ajouter dans la cuve à saturation...

« Pénétrés de l'importance considérable d'une bonne défécation, nous avons entrepris l'étude des réactions de la chaux au contact des jus sucrés, sous l'influence de l'acide carbonique; de nos recherches, il résulte que les dépôts colorés formés sous l'influence de l'acide carbonique par le procédé Rousseau ou par celui de la double carbonatation, sont des combinaisons de l'hydrocarbonate de chaux avec les matières organiques contenues dans les jus, qu'elles souillent.

« Nous avons, en outre, reconnu que ces combinaisons sont décomposables par un excès d'acide carbonique, mais qu'on peut les reconstituer par une nouvelle addition de chaux et d'acide carbonique. Ceci explique pourquoi il ne faut pas pousser trop loin l'action de l'acide carbonique, surtout dans les jus qui contiennent beaucoup de matières organiques précipitables par l'hydro-carbonate; mais, en même temps, cela démontre l'inutilité d'ajouter une nouvelle quantité de chaux dans la cuve où l'on fait l'opération dite deuxième carbonatation, lorsqu'on pousse celle-ci à fond.

« On voit ainsi que l'on pourrait, à la rigueur, se dispenser d'une seconde carbonatation, en ayant soin de modérer l'action de l'acide carbonique, surtout vers la fin de l'opération.

1. 27 décembre 1865, n° 69,835.

« Dans ce cas, une bonne épuration des jus correspond à une bonne hydro-carbonatation.

« Ajoutons que pour bien épurer un jus, il n'est pas nécessaire d'employer des quantités de chaux aussi considérables que celles employées aujourd'hui.

« Cependant, si l'on suit le travail d'une fabrique, on s'aperçoit bientôt, quand on veut avoir un jus qui se décante bien, et dont la filtration soit rapide, qu'il est difficile de diminuer la quantité de chaux ordinaire. Cela tient à ce que, en épurant des jus sous l'influence de l'acide carbonique, si l'on met peu de chaux, les composés d'hydro-carbonate, qui se font seuls, sont gélatineux, et que, seuls, ils se décantent mal et filtrent difficilement. Quand, au contraire, on met beaucoup de chaux, on peut, en carbonatant, faire beaucoup de carbonate de chaux, lequel englobe les composés organiques d'hydro-carbonate; la décantation et la filtration sont alors faciles. L'excès de chaux employé n'a donc qu'un but : favoriser la filtration et la décantation ; tout autre corps qui remplirait ce but rendrait les mêmes services...

« Bien que les derniers procédés de défécation que nous venons d'exposer sommairement permettent d'arriver à de beaux résultats, ils peuvent cependant être préjudiciables dans certains cas, en ce sens que l'hydro-carbonate de chaux ne précipite pas seulement les composés organiques qui souillent les jus sucrés; il forme... un sucrate peu soluble dans les liquides sucrés et presque insoluble dans l'eau.

« Or, le nouveau procédé pour lequel nous demandons un brevet d'invention a précisément pour base la formation de ce sucrate nouveau.

« Jusqu'ici, on n'a jamais fait mention de sucrate pouvant prendre naissance sous l'influence de l'acide carbonique en présence de la chaux, au contact des dissolutions sucrées; cependant, il est facile d'obtenir, dans les conditions que nous allons indiquer, une combinaison renfermant environ : sucre, 0,43; chaux, 0,40; acide carbonique, 0,17. Elle s'obtient en faisant passer de l'acide carbonique dans une dissolution sucrée calcaire, soit en présence, soit en l'absence de la chaux indissoute seulement; cela tient à ce qu'au contact de la chaux, le composé qui se forme d'abord sous l'influence de l'acide carbonique peut se dissoudre dans le sucrate d'hydrate de chaux.

Aussi arrive-t-on, dans ce cas, à avoir des dissolutions sucrées carbono-calcaires renfermant une quantité de chaux correspondant sensiblement à 3 équivalents pour 1 de sucre. C'est ce qu'il est impossible d'obtenir sous l'influence de l'acide carbonique.

« Si, à ce moment, on sépare par filtration l'excès de chaux de la dissolution sucrée carbono-calcaire, celle-ci se compose d'un mélange de sucre, de sucrate d'hydrate de chaux à trois proportions, et du nouveau sucrate d'hydrocarbonate de chaux.

« Ce liquide se trouble fortement à 100°, mais il s'éclaircit complétement par le refroidissement.

« On peut obtenir un liquide qui jouit de la même propriété, avec une dissolution sucrée calcaire, dans laquelle on fait passer de l'acide carbonique en l'absence de la chaux ordinaire.

« Si, dans ces liquides coagulables, on continue à faire passer de l'acide carbonique, il apparaît un précipité blanc, qui est précisément le sucrate nouveau que nous brevetons, ainsi que son application à la purification et à l'extraction du sucre et de tous les liquides sucrés, sirops et mélasses. Il est bien entendu, d'ailleurs, que nous pouvons nous dispenser de séparer l'excès de chaux du liquide qui contient du sucrate dissous. En effet, nous trouvons souvent plus avantageux de doser la chaux à employer, de façon à précipiter le sucre, soit en totalité, soit en partie, selon les jus à traiter et selon le but que nous nous proposons.

« Quant à la température de la réaction, elle peut varier dans des limites assez larges ; elle peut aussi se commencer à froid et être continuée en même temps que l'on élève la température des jus, sirops et mélasses, étendus d'eau et non étendus...

« Le sucrate d'hydrocarbonate de chaux ainsi obtenu est facilement décomposé : 1° par l'acide carbonique ; 2° par les matières organiques des jus sucrés, sirops ou mélasses, qu'il précipite en opérant ainsi leur épuration. Nous pourrons donc, soit le décomposer par l'acide carbonique pour en extraire le sucre par les moyens connus, ou bien le faire servir à l'épuration des jus sucrés, sirops ou mélasses. (La faible solubilité du sucrate d'hydrocarbonate nous permet d'opérer sur des liquides sucrés très-dilués.) Enfin, il peut être épuré ou non épuré.

« Pour fixer les idées, supposons qu'on veuille sucrater un jus de betteraves épuré.

« Nous commençons par doser le sucre contenu dans le jus à traiter. Supposons qu'il contienne 100 grammes de sucre par litre, et que nous opérions sur une cuve de 25 hectolitres. Nous aurons à précipiter un poids de sucre égal à

$$25 \times 100 \times 100 \text{ grammes} = 250 \text{ kilogrammes.}$$

« Le sucrate que nous voulons former renfermant environ 40 de chaux pour 43 de sucre, nous mettons dans la cuve un poids de chaux réelle (CaO) au moins égal à celui du sucre, soit 250 kil. de chaux réelle; on peut, du reste, mettre un excès de chaux qui ne peut qu'être favorable à la réaction.

« La chaux que nous employons est tamisée en poudre ou en lait de chaux; après l'avoir bien mélangée avec le jus à traiter, nous faisons arriver un courant d'acide carbonique, assez rapidement d'abord, puis lentement vers la fin de l'opération, afin d'éviter une décomposition partielle du sucrate d'hydrocarbonate. On constate facilement, pendant le cours de l'opération, que le sucre disparaît en même temps que la quantité de chaux dissoute.

« On arrête l'arrivée de l'acide carbonique, lorsque la quantité de chaux dissoute correspond à la solubilité du sucrate, laquelle est d'environ 3 à 4 millièmes...

« Afin d'opérer plus rapidement et de diminuer les chances de décomposition du sucrate, nous pratiquons quelquefois plusieurs sucratations successives, c'est-à-dire que nous précipitons d'abord une portion du sucre à l'état de sucrate, comme nous venons de l'indiquer, et que, dans les eaux-mères de ce composé, nous recommençons une deuxième opération identique à la première, puis une troisième, etc., si nous le jugeons utile.

« La sucratation étant terminée, nous séparons le sucrate de ses eaux-mères, et nous le lavons; il est ensuite traité par l'acide carbonique, pour en extraire le sucre, ou bien employé pour déféquer d'autres jus, sirops ou mélasses.

« Pour opérer l'épuration d'un jus avec un sucrate pur ou impur, nous versons dans le jus à épurer une quantité de sucrate telle que le jus ne précipite plus par une nouvelle addition.

« Ce jus, après un repos suffisant pour que la réaction du su-

crate sur les matières étrangères soit complète, est séparé de ses dépôts par les moyens de décantation et de filtration usités.

« Quant à la température à laquelle nous opérons ces réactions, elle varie dans des limites assez larges. Elle varie, en outre, avec la nature des produits à traiter et avec les moyens de décantation et de filtration dont on dispose...

« En pratiquant notre procédé, nous pourrons :

« 1° Séparer le sucre des sels si nuisibles à sa cristallisation, en le précipitant des jus ou des mélasses ;

« 2° Résoudre le problème relatif à l'établissement des sucreries agricoles, c'est-à-dire produire dans la ferme, avec un matériel peu coûteux, le sucrate que nous décomposons ensuite dans les fabriques de sucre;

« 3° Augmenter le rendement en sucre, en épuisant, par des lavages, les pulpes ou bagasses, ce que la faible solubilité de notre sucrate nous permet d'effectuer.

« En résumé, ce que nous entendons breveter, c'est le sucrate d'hydrocarbonate de chaux et son application à l'extraction du sucre et à la purification de tous les jus sucrés... aussi bien qu'à tous les liquides sucrés (clairces, sirops, mélasses, etc., etc.) des sucreries et des raffineries. »

On ne peut certainement trouver de critiques sérieuses à la forme de cette description et, en admettant l'existence du *sucrate d'hydrocarbonate de chaux,* on doit reconnaître que MM. Boivin et Loiseau ont tiré le meilleur parti de la situation au point de vue légal, bien que certaines réclamations de priorité se soient produites.

Au point de vue des faits, il n'en est pas absolument de même. Le sucrate d'hydrocarbonate de chaux existe-t-il? S'il existe, peut-on l'utiliser pratiquement pour l'extraction du sucre des jus? Est-il vrai qu'il puisse être employé pour procurer l'élimination des sels alcalins? Le procédé peut-il concourir à l'établissement de la sucrerie agricole? Peut-il servir à favoriser l'épuisement des pulpes et des bagasses? Quelle en est la valeur en raffinage?

Telles sont les questions que nous examinerons très-sommairement après avoir toutefois reproduit, autant que possible, les arguments présentés en faveur du procédé qui nous occupe.

Dans un article spécial, le journal *les Mondes* promet le plus

brillant avenir au sucrate d'hydrocarbonate de chaux... « Cette espèce de laque ou de coagulum épais, transparent, gélatineux, qui se forme à un moment donné, quand on met en présence, sous certaines conditions, la chaux, le sucre et l'acide carbonique, produit, comme par enchantement, des effets surprenants : elle dépouille le sucre brut de la plus grande portion des matières colorantes et autres matières organiques; elle diminue la quantité de sels dans une proportion considérable; elle transforme une partie des sels restants en agents de conservation; elle détruit absolument le sucre incristallisable et empêche sa production dans le courant du travail; elle permet enfin de supprimer entièrement la clarification au noir fin et au sang, dont les inconvénients sont si connus et si graves.»

L'éloge est certes complet, et s'il est absolument mérité, il ne reste plus à s'étonner que d'une chose, c'est que le procédé ne soit pas encore adopté dans toutes les raffineries, sans exception. Voici, d'ailleurs, comment l'écrivain des *Mondes* rend compte des opérations pratiquées dans l'usine de la Villette, près de Paris, où la méthode de MM. Boivin et Loiseau est exécutée sur une échelle importante.

« 1° *Préparation de la dissolution sucrée calcaire.* — Elle se fait avec de la chaux éteinte et les eaux sucrées de la raffinerie (c'est-à-dire avec les lavages des divers filtres et du noir en grains), additionnées de sirop de manière à obtenir une densité de 20 degrés. On mélange avec un agitateur mécanique; et on laisse la température s'abaisser de 40 à 20 degrés centigrades.

« 2° *Préparation du sucrate d'hydrocarbonate de chaux.* — Dans le liquide à 20 degrés, on introduit l'acide carbonique, qui, à un moment donné, et après formation de mousses abondantes, se prend en masse gélatineuse et donne naissance au sucrate cherché, composé de sucre, de chaux et d'acide carbonique, qui déterminera l'épuration des jus sucrés, des sirops et des sucres bruts.

« 3° *Emploi de l'agent épurateur, ou sucrate d'hydrocarbonate de chaux.* — La fonte ou dissolution des sucres bruts se fait avec l'aide du vide, dans une chaudière alimentée par une chaîne à godets. Les sucres sont additionnés de sucrate

d'hydrocarbonate de chaux, dans la proportion qu'un essai préalable permet de déterminer facilement.

« 4° *Réaction à l'ébullition.* — Le mélange est porté à l'ébullition qui a lieu à 104°. A cette température élevée, le sucrate d'hydrocarbonate se décompose, et sa base insoluble, l'hydrocarbonate de chaux, agissant sur les matières étrangères au sucre, les entraîne, les précipite, en réalisant une épuration chimique inconnue de ceux qui pratiquent la carbonatation et surtout la carbonatation trouble. Les acides libres qui se trouvent dans le sirop, les matières albumineuses, les matières azotées solubles, les sels à base d'ammoniaque, de potasse ou de soude, les matières colorantes, etc., etc., le sucre incristallisable, sont détruits, décomposés ou entraînés par l'hydrocarbonate, et restent dans les dépôts au fond de la chaudière. Dans ces conditions évidemment, l'épuration se fait avec la plus petite quantité possible de chaux et d'acide carbonique; sans production de carbonate de chaux inutile; sous l'heureuse influence de l'ébullition calcique prolongée que M. Dubrunfaut a tant prônée et qu'il paraît vouloir critiquer, maintenant que MM. Boivin et Loiseau la pratiquent.

« 5° *Filtration.* — L'ébullition faite, le liquide est envoyé dans des filtres à poche ou filtres Taylor, et filtré une première fois.

« 6° *Élimination de la chaux et de l'acide carbonique.* — Le liquide filtré, à la densité du sirop ou clairce de raffinerie, est saturé par une injection d'acide carbonique qui précipite l'excès de chaux; on porte de nouveau à l'ébullition qui décompose les bicarbonates, précipite les carbonates et chasse l'acide carbonique resté en dissolution.

« 7° *Deuxième filtration et décoloration.* — La deuxième filtration a lieu, comme la première, sur des filtres à poches; puis le liquide bouillant et pesant 30 degrés Baumé est envoyé sur le noir animal en grains.

« 8° *Lavage des dépôts.* — Le lavage des dépôts contenus dans les poches des filtres se fait méthodiquement au moyen de trois séries de filtres-presses et d'appareils délayeurs spéciaux. Les eaux de lavage sont mises en réserve pour la préparation

du sucrate d'hydrocarbonate de chaux; les dépôts colorés, complétement dépouillés de sucre, n'ont plus de valeur que comme engrais.

« Toutes ces opérations se succèdent chaque jour avec une facilité et une rapidité extrêmes, comme aussi avec de très-grands avantages que l'industrie sucrière saura apprécier :

« Possibilité de fondre directement les sucres bruts, même les plus mauvais, sans être forcé de les soumettre à l'action des appareils centrifuges ou turbines;

« Réduction des quantités de noir animal employé;

« Absence totale d'altération et de fermentation du sucre;

« Amélioration notable des produits obtenus;

« Augmentation dans les rendements;

« Mélasses cédant facilement leur sucre par un nouveau traitement au sucrate d'hydrocarbonate de chaux. »

A la suite de cette description, l'écrivain termine son article en affirmant que le nouveau procédé s'étendra sans peine à l'extraction des sucres des jus de cannes et de betteraves, comme aussi aux sucres des mélasses, et il entreprend une courte polémique contre les adversaires de la méthode dont il vient de faire l'éloge enthousiaste. Ceci n'offre rien de bien intéressant pour nous, qui n'avons à nous occuper, en réalité, que de la valeur pratique de l'application, sans nous soucier des réclames ni des protestations de ce genre. Peu nous importe que M. Dubrunfaut prétende avoir trouvé le produit dont il s'agit avant MM. Boivin et Loiseau; cette question se videra entre les intéressés, et de semblables débats seraient inutiles à notre but. Nous attachons encore moins d'intérêt aux réclamations de M. Possoz, et le chimiste de la participation devrait se tenir pour satisfait de son lot. C'est quelque chose, en effet, d'avoir exploité une grande industrie pendant quinze ans, à l'aide d'un procédé d'emprunt, et il semble que le tour des autres puisse arriver sans exciter de nouvelles convoitises parmi les emprunteurs.

En se plaçant au point de vue du journalisme, il peut être d'un certain intérêt de rendre compte des luttes qui se produisent; cette étude peut même offrir un avantage notable pour les industriels, lorsqu'elle est dégagée des allégations passionnées qu'on substitue trop souvent à la simple vérité; mais, ici,

nous n'avons à observer que les faits et à en apprécier la valeur, sauf à rechercher ensuite la propriété réelle et les droits des inventeurs, lorsque ces questions sont de quelque importance pour la pratique. Or, il est clair, pour tout le monde, que si, à une certaine époque, M. Dubrunfaut a signalé le fait de la production d'un composé gélatineux, dans les jus sucrés chaulés, sous l'influence de l'acide carbonique, cet observateur n'a pas poussé ses investigations assez loin pour en déduire une application industrielle, ce qui est le propre du procédé Boivin et Loiseau. Sous le rapport légal, M. Dubrunfaut n'a absolument rien à objecter contre ce procédé; il n'a aucun droit de priorité, même en admettant que ses observations aient servi de base à des recherches ultérieures, car une *application nouvelle* d'un principe donné, même lorsque ce principe est connu, constitue un droit personnel incontestable. D'un autre côté, comment pourrait-on admettre M. Possoz dans ce débat, lorsqu'on sait que le procédé auquel ce chimiste a attaché son nom était de domaine public?

Il faut une certaine force pour réclamer, à titre de droit, la priorité du travail d'autrui, au nom d'un brevet presque périmé, lorsque l'examen le plus superficiel suffit pour démontrer la nullité de ce brevet. Que M. Possoz soit, ou non, d'ailleurs, légitime inventeur du procédé de la participation, le procédé Boivin et Loiseau en est complétement indépendant et il ne s'agit plus de carbonate de chaux, mais de sucrate d'hydrocarbonate de chaux, avec lequel la confusion n'est pas possible.

A notre sens donc, la propriété de MM. Boivin et Loiseau ne peut être contestée et, si l'on peut en discuter la valeur, il n'est pas possible d'en méconnaître la nouveauté.

Les inventeurs ont fourni des détails assez circonstanciés sur leur procédé[1], et nous extrayons de leur note ce qui nous paraît de nature à éclairer la pratique, avant de chercher la réponse aux questions posées plus haut.

On trouve reproduits dans cette note la plupart des dires du brevet; cependant un grand nombre de ces données sont l'objet d'une précision plus grande qui permet de circonscrire plus facilement l'examen.

1. Société des Ingénieurs civils, *séance du 17 octobre 1878.*

Ainsi, d'après MM. Boivin et Loiseau, « il est facile d'obtenir un composé renfermant :

Sucre	44,0
Chaux	38,1
Acide carbonique	17,9
	100,0

Il se prépare *en faisant passer de l'acide carbonique dans une dissolution sucrée calcaire en présence d'un excès de chaux indissoute*. Le composé qui se forme se redissout d'abord dans la dissolution sucrée calcaire et l'on obtient des dissolutions qui renferment sensiblement trois équivalents de chaux pour un de sucre; mais si, après filtration, on fait passer de nouveau le courant de gaz carbonique, il se forme un précipité gélatineux blanc qui est *le sucrate d'hydrocarbonate de chaux*.

Après cette indication technique dont nous reproduisons les termes essentiels, la note passe aux applications en débutant par l'*épuration des jus* de canne et de betterave.

MM. Boivin et Loiseau préparent la chaux et l'acide carbonique suivant les méthodes connues. La chaux est éteinte en pâte épaisse et mélangée au jus pour faire ultérieurement le sucrate d'hydrocarbonate (?). Le gaz est lavé et refroidi.

Le jus à traiter ne doit pas dépasser la température de + 30° centigrades, ce qui importe à la réussite de l'opération. Il se forme d'abord des mousses qui diminuent ensuite de volume, ce qui indique la précipitation du sucrate; on arrête alors l'action du gaz, et le produit qui s'est formé contient le sucre, la chaux et l'acide carbonique en proportions définies.

Si l'on veut se servir du sucrate pour l'épuration du jus, on est en face de deux cas : ou l'on a fait le sucrate dans la totalité du jus, et alors il suffit de faire bouillir la masse pendant quelques minutes; ou bien on a agi sur une portion du jus seulement, et il faut mélanger le sucrate formé dans des *proportions convenables* avec le jus à épurer à mesure de l'extraction; on soumet ensuite le tout à l'ébullition.

L'action de l'ébullition est capitale. Suivant les inventeurs, elle détruit les *germes de fermentation* en présence du sucrate d'hydrocarbonate de chaux, elle *transforme le sucre incristallisable*, et précipite les *produits colorés résultant de cette transfor-*

mation ; enfin elle précipite une partie des matières nuisibles à la cristallisation du sucre.

Après que l'ébullition a produit tous ses bons effets, on filtre par les appareils connus; le jus filtré est soumis de nouveau à l'action de l'acide carbonique dans le but de séparer la chaux restée en dissolution; on porte le jus saturé à l'ébullition, on le décante ou on le filtre. Il est ensuite soumis aux opérations habituelles : filtration sur noir, évaporation, cuite, etc.

Les inventeurs s'applaudissent de ce que leur procédé résout, *pour la première fois*, le problème important de l'épuration du jus de canne en conservant tous les produits dans un état convenable d'alcalinité.

Il est clair pour tous les lecteurs que cette partie de la note vise la fabrication exotique en particulier, et les inventeurs sont parfaitement dans leur droit en cherchant à faire adopter leur procédé. Voici les avantages qu'ils *offrent* aux planteurs.

«..... Bientôt il ne sera douteux pour personne que notre procédé permet d'*éliminer une grande quantité de matières étrangères qui s'opposent à la cristallisation* du sucre; et s'il est certain que la chaux colore les jus à l'ébullition, il y a un fait non moins certain, c'est que le sucrate d'hydrocarbonate de chaux, qui a *tous les bons effets de la chaux*, n'a aucun de ses inconvénients; il ne colore nullement les jus de canne à l'ébullition, attendu que *sa base précipite les produits colorés en même temps que les autres matières étrangères*. Il est un préservatif excellent du sucre et peut, *de même que la chaux*, préserver de toute altération le jus extrait de la canne. Le fabricant sait combien ces altérations sont rapides et combien il est difficile de les éviter actuellement; car quelques heures suffisent pour rendre incristallisable le sucre contenu dans le jus qui attend. Avec le procédé au sucrate d'hydrocarbonate de chaux, rien de semblable. Aussitôt que le jus sort de la plante, il est rendu alcalin et peut attendre indéfiniment sans s'altérer; il peut, à l'exemple du jus de betterave chaulé, être transporté au moyen de canalisations, si la difficulté de transport de la canne l'exige. . . . .

« Les jus de canne épurés par le sucrate d'hydrocarbonate de chaux sont *légèrement alcalins* et *dépourvus de tout germe de fermentation*. Les *sirops* qui en proviennent sont *peu colorés* et

très-limpides; ils cuisent facilement sans se recolorer; ils fournissent d'*abondantes cristallisations*.

« Les sucres obtenus sont *très-blancs*, *purs*, et *dépourvus de sucre incristallisable;* ils se conservent facilement sans fermenter, comme les sucres de betteraves fabriqués dans de bonnes conditions. Ces sucres pourront, par conséquent, subir le transport sans s'altérer, et ils ne seront pas soumis à leur arrivée à des réfactions presque toujours onéreuses pour le fabricant.

« Au lieu d'obtenir des seconds et troisièmes jets à grains fins, à grains morts, que les raffineurs n'achètent qu'à vil prix, on obtient des sucres à gros grains, bien secs, bien nerveux, de vente facile; la vente pourra se faire facilement à l'analyse, car le *titre salin est faible*, le *glucose nul* et le *titre saccharimétrique très-élevé*. »

Voilà, certes, des allégations bien tentantes pour les fabricants de sucre exotique. Nous devrons en examiner la valeur réelle dans quelques instants, mais, auparavant, nous étudions, d'après MM. Boivin et Loiseau, l'application de leur procédé au raffinage, c'est-à-dire à l'épuration des sirops et des sucres bruts. Ce qui précède se rapporte au travail des jus et forme une sorte de digression dans notre cadre; mais il nous a paru convenable de ne pas scinder les dires des inventeurs, afin de pouvoir apprécier leur méthode avec plus de justesse.

Pour l'épuration des sirops, on procède comme pour les jus.

Pour l'épuration des sucres bruts, il faut agir différemment.

« Les opérations qu'il faut pratiquer sont :

« 1° Préparation de la dissolution sucrée calcaire avec laquelle on fait le sucrate d'hydrocarbonate de chaux;

« 2° Formation du sucrate d'hydrocarbonate de chaux;

« 3° Épuration des sucres bruts au moyen du sucrate d'hydrocarbonate de chaux. »

Les inventeurs préparent la dissolution sucrée calcaire avec un *lait de chaux épais*, des sirops, des eaux de dégraissage, etc. Cette dissolution est tamisée et refroidie vers + 30° centigrades.

On la dirige alors vers des chaudières où elle doit être soumise à l'action du gaz carbonique jusqu'à cessation des mousses et formation d'une « masse gélatineuse qui ressemble beau-

coup à la colle de pâte ; » le sucrate étant ainsi formé, on arrête l'action du gaz.

« Dans la pratique du raffinage, on commence par faire arriver dans la chaudière à refondre une certaine quantité de ce sucrate, puis le sucre brut à fondre et les eaux de dégraissage ou autres en proportion convenable pour fournir de la clairce à 30° B. On introduit la vapeur dans les serpentins et l'on porte le mélange à l'ébullition, pendant deux ou trois minutes, pour produire la précipitation des matières étrangères par le sucrate et la régénération du sucre de ce produit. On filtre le sirop dans des filtres Taylor, et le sirop marque de 29° à 30° B. Si la filtration est difficile, c'est que l'on a employé trop de sucrate; la dose doit en être réglée pour obtenir un sirop peu coloré et de filtration facile.

« Quand les filtres Taylor ne fournissent plus de liquide, on interrompt la communication par laquelle une gouttière les alimente, puis on laisse égoutter et refroidir les sacs. On procède ensuite au lavage des dépôts.

« Quant aux sirops épurés, ils contiennent un peu de chaux qu'il faut leur enlever avant de les envoyer sur le noir animal en grains. Cette opération s'effectue dans des chaudières contenant un barbotteur à gaz et un serpentin de vapeur. Quand la chaux est saturée, on fait bouillir le sirop; on le filtre une seconde fois à travers des poches, puis on le travaille par les moyens connus et généralement pratiqués dans les raffineries.

« Les dépôts de première et de seconde filtration sont réunis et lavés méthodiquement. Les dépôts sont jetés ou utilisés. Les eaux de lavage sont employées à la confection du sucrate d'hydrocarbonate de chaux. »

Suivant les inventeurs, cette méthode « supprime complétement *la clarification au sang et au noir fin,* dont tous les raffineurs connaissent les mauvais effets; elle épure d'une façon remarquable les sucres bruts en leur enlevant des *matières colorantes* et d'autres *matières organiques;* elle enlève une *portion notable des sels;* elle transforme certains sels nuisibles en produits qui conservent le sucre pendant le cours de son raffinage; *elle détruit le sucre incristallisable* et empêche sa production dans le cours du travail.

« Ce nouveau mode de raffinage permet de travailler les su-

cres bruts de toutes qualités sans qu'il soit nécessaire de turbiner préalablement les sucres de qualité inférieure. Les sucres de canne se travaillent avec la même facilité que les sucres de betteraves. Dans tous les cas, il permet de réduire notablement les quantités de noir animal en grains, et de conserver à ce produit toutes ses qualités, sans qu'il soit nécessaire de lui faire subir un traitement spécial.

« Dans les établissements qui utilisent le sucrate d'hydrocarbonate de chaux, le travail est très-régulier, très-facile, et il ne s'y manifeste jamais ni fermentation ni altération ; il est possible de faire la clairce pour blanchir les pains avec la poudre extraite des cuites des sirops verts.

« Les résultats industriels se traduisent par l'obtention de très-beaux produits et par des excédants de rendement. »

En terminant leur note, MM. Boivin et Loiseau assurent que le procédé s'applique à l'épuration des sirops des sucreries et des raffineries de toute nature et de toute provenance, notamment à l'épuration des sirops de triple effet, et ils regardent leur méthode comme destinée à fournir des sucres de consommation directe, et à permettre la diminution ou même la suppression du noir, la chaux ayant un pouvoir décolorant et désinfectant plus grand que celui du noir.

Résumé analytique. — Nous avons fait au sucrate d'hydrocarbonate de chaux une part très-large, et nous avons rapporté avec tous les développements désirables les dires des inventeurs ou de leurs partisans. Il semble cependant qu'il soit nécessaire de mettre un peu d'ordre dans tout cela et de préciser plus nettement des allégations dont la valeur peut être acceptée ou contestée. En fait, voici les idées théoriques ou pratiques qui ressortent de ce qui vient d'être exposé.

A. *Théorie.* — MM. Boivin et Loiseau prétendent qu'il existe un sucrate hydrocarbonate de chaux qu'ils ont découvert, que la solubilité de ce corps n'est que de 3 à 4 millièmes, et ils lui assignent pour composition :

Sucre	43 à 44
Chaux	40 à 38,1
Acide carbonique	17 à 17,9

Ce sucrate se décompose : 1° par l'acide carbonique ; 2° par

la chaleur en présence de *certaines* matières organiques qui accompagnent le sucre. On le prépare en faisant passer un courant d'acide carbonique dans une liqueur sucrée contenant un excès de chaux dissoute ou indissoute, et les proportions indiquées sont poids égal de sucre et de chaux. On peut agir sur des jus très-dilués, et la température très-favorable à la réaction ne dépasse pas 30° centigrades.

Les propriétés d'utilisation attribuées à ce corps sont : la destruction des germes de fermentation ; la destruction ou la transformation du sucre incristallisable qui ne peut plus se produire ; la séparation des sels nuisibles à la cristallisation ; la décoloration et la désinfection. Les inventeurs prétendent que le sucrate d'hydrocarbonate de chaux s'oppose à la *recoloration*...

B. *Pratique.* — A en croire MM. Boivin et Loiseau, le sucrate d'hydrocarbonate de chaux serait la panacée du sucre. 1° On peut séparer le sucre des sels en le précipitant sous forme de sucrate, dont on isole ensuite le sucre ; 2° on peut produire dans la ferme, à peu de frais, du sucrate, qui sera ensuite traité pour sucre dans les fabriques ; 3° on peut épuiser les pulpes ou les bagasses par des lavages et en isoler ensuite le sucre ; 4° on peut purifier les claires, les sirops et les mélasses, par l'emploi du sucrate, supprimer le sang et le noir fin, réduire la proportion du noir en grains, etc., etc.

Traitement des jus. — On organise d'abord la production de la chaux et de l'acide carbonique. On traite les jus par la chaux en excès, puis par l'acide carbonique, ou bien on prépare à part le sucrate, que l'on ajoute aux jus aussitôt après leur extraction. Dans les deux cas, on fait bouillir pendant deux ou trois minutes, on filtre. Le jus filtré est saturé par l'acide carbonique pour le débarrasser de l'excès de chaux ; on porte à l'ébullition, on décante ou l'on filtre, après quoi on fait passer sur le noir, on concentre, etc.

Raffinage. — On prépare un sirop calcaire à excès de chaux, on le tamise, on le refroidit à + 30°, puis on y fait passer le gaz jusqu'à formation du coagulum. A la fonte, on met le sucrate dans la chaudière en *proportion convenable*, on

ajoute le sucre brut, le sirop s'il y a lieu, de l'eau pour former une clairce à 30° B.; on porte à l'ébullition pendant deux ou trois minutes, on filtre dans des sacs Taylor. Les sirops sont ensuite soumis à la carbonatation, à une nouvelle filtration, puis au traitement par le noir en grains, à la cuite, etc. Les dépôts sont dégraissés et les eaux rentrent dans le travail...

Ce résumé très-sommaire, renfermant tout ce qui est essentiel dans le procédé de MM. Boivin et Loiseau, nous permettra d'apprécier et de faire apprécier au lecteur ce qu'il y a de vrai et d'utile parmi toutes ces allégations, aussi bien que les erreurs ou les exagérations dont il importe de se défendre.

Discussion du procédé Boivin et Loiseau. — Nous ne sommes pas hostile à ce procédé, tant s'en faut, et nous serions heureux d'en voir ressortir des applications utiles pour l'industrie sucrière. Si nous ne partageons pas l'enthousiasme de commande de certains publicistes, nous sommes aussi éloigné des rancunes et du parti pris de certains autres. C'est là, sans doute, la meilleure condition pour la recherche impartiale de la vérité, et nous allons essayer, dans un examen consciencieux de la question, de mettre sous les yeux de la fabrication les faits et les enseignements qui peuvent en ressortir pour la pratique.

1° *Le sucrate d'hydrocarbonate de chaux existe-t-il en réalité?* — Nous ne pensons pas que l'on puisse considérer la matière gélatineuse, *formée de carbonate de chaux, de sucrate de chaux et de chaux*, signalée par MM. Boivin et Loiseau, comme une véritable combinaison chimique. En effet, en prenant les chiffres des inventeurs, on trouve que 17,9 d'acide carbonique sont copulés avec 22,78 de chaux, en sorte que, sur le chiffre indiqué de 38,1 pour 44 de sucre, il reste 38,1 — 22,78 = 15,32 de chaux libre ou combinée au sucre. Or, ce sucre peut être engagé avec la chaux sous la forme de monosucrate ou sous celle de sucrate bibasique. En adoptant la première de ces hypothèses, il faut 93,561 de sucre pour répondre à 15,32 de chaux et pour qu'il se forme une combinaison entre 108,881 de monosucrate et 40,68 de carbonate calcique. Cette supposition n'est pas admissible en présence des données. Il reste donc la seconde, plus plausible, savoir que les 44 de sucre sont à l'état de sucrate bibasique. Cette manière de voir est, d'ailleurs,

plus conforme aux principes des inventeurs. Mais, dans ce cas encore, il faudrait que la quantité de sucre fût portée à 46,78 pour correspondre à 15,32 de chaux, et 44 de sucre est une quantité équivalente à 14,49 de chaux. Il y a donc 0,83 de chaux en excès, même en admettant la formation du sucrate bibasique, ce qui nous paraît le plus rationnel. On a donc, en somme, dans le corps gélatineux dont il s'agit :

Sucre...........	44,00	= Sucrate bibasique......	58,49
Chaux..........	14,49		
Acide carbonique..	17,9	= Carbonate de chaux....	40,68
Chaux..........	22,78		
Chaux en excès....			0,83
			100,00

En ne tenant pas, outre mesure, compte de l'excès de chaux, qui favorise d'ailleurs l'opération, on voit que le corps gélatineux de MM. Boivin et Loiseau n'est pas et ne peut pas être un sucrate d'hydrocarbonate de chaux, mais bien un sucrate bibasique de chaux copulé avec un équivalent de carbonate de chaux, et rendu moins soluble que dans l'état normal par la présence de ce carbonate naissant et par un excès de chaux. Il s'est produit exactement le phénomène que l'on observe dans l'entraînement des matières colorantes solubles par l'alumine ou tout autre oxyde gélatineux, à cette différence près que le composé de sucrate et de carbonate de chaux est beaucoup moins fixe, puisqu'il se décompose par simple ébullition, en présence des matières organiques.

Il n'y a donc pas de sucrate d'hydrocarbonate de chaux, et cette appellation ne semble avoir été créée que pour attirer l'attention par sa bizarrerie et par le disparate qu'elle offre à l'esprit. Le corps gélatineux instable de MM. Boivin et Loiseau ne peut pas être dénommé dans notre nomenclature, et c'est tout au plus s'il pourrait être regardé comme une laque de sucrate et de carbonate de chaux. Cette dénomination même, tout en indiquant les faits réels, ne vaudrait rien au point de vue du langage chimique, et nous préférons donner à ce précipité le nom de *saccharo-carbonate de chaux tribasique*, qui est conforme aux règles et qui exprime tout ce que l'on peut admettre.

S'il n'existe pas de sucrate d'hydrocarbonate de chaux, ce qui

devra paraître fort triste pour certains, quoique la chose soit absolument indifférente, il n'en est pas moins vrai que, en présence d'un excès de chaux, le carbonate de chaux naissant détruit *momentanément* la solubilité du sucrate bibasique de chaux et qu'il se précipite un composé du symbole :

$$2\,CaO,\ C^{12}H^{11}O^{11} + CaO,\ CO^{2}.$$

L'équivalent de ce précipité est accompagné d'un excès de chaux entraîné égal à 40,321, et l'on trouve que la composition normale du magma gélatineux répond aux données suivantes :

$2\,CaO$	$= 350 \times 2 =$	700,0	= Sucrate bibasique...	2837,5
$C^{12}H^{11}O^{11}$	$= 2137,5 \times 1 =$	2137,5		
CaO	$= 350 \times 1 =$	350,0	= Carbonate de chaux.	625.0
CO^{2}	$= 275 \times 1 =$	275,0		
			Équivalent.............	3462,50
			Excès de chaux.................	40,321
			Total...........	3502,821

Les inventeurs avaient parfaitement raison en indiquant leur produit comme renfermant, en somme, 3 équivalents de chaux ; ils avaient tort en ne pas fournissant les détails de composition à l'aide desquels il devenait facile d'apprécier et de juger la question chimique. La propriété de leur découverte n'en reste pas moins entière et très-nette, car s'il est vrai que tout le monde, en sucrerie, ait dû produire ce précipité dans une foule de circonstances, il n'est pas moins vrai d'ajouter que personne, avant MM. Boivin et Loiseau, n'avait songé à faire attention à ce corps, à en examiner les propriétés et à en faire une application industrielle. Les souvenirs de M. Dubrunfaut et les vagues aperçus que le savant chimiste a pu avoir sur le précipité gélatineux, qui se forme dans les liqueurs sucrées calcaires en présence de l'acide carbonique, n'infirment en rien le mérite des inventeurs. Les réclamations en participation de M. Possoz prouvent cent fois moins encore, car il suffit qu'une application de l'acide carbonique paraisse intéressante, pour que le chimiste de la carbonatation multiple croie devoir la revendiquer. Cette sorte de manie ne pouvant plus tromper personne, puisque les origines des procédés de la participation sont très-nettement dévoilées, il convient de laisser M. Possoz se débattre dans le vide, sans se préoccuper de ses prétentions.

En fait donc, la découverte du précipité complexe dont il s'agit appartient en réalité à MM. Boivin et Loiseau, qui en ont étudié les propriétés et en ont fait les premiers l'application industrielle, bien qu'ils soient tombés dans une erreur manifeste au sujet de la nature chimique de ce procédé.

Propriétés du saccharo-carbonate de chaux. — Étant donnée la situation commune, on ne peut guère blâmer les inventeurs d'avoir attribué à leur nouvel agent des propriétés aussi nombreuses et aussi importantes que celles qu'ils ont signalées. La plupart des inventeurs sont exposés à se tromper dans cet ordre d'idées et, avec la plus entière bonne foi, ils affirment souvent ce qu'ils désirent, sans avoir la moindre intention d'exagération. C'est aux spécialistes et aux praticiens qu'il appartient de vérifier ces dires, de les ramener à leur valeur, d'y ajouter ou d'en retrancher suivant les circonstances, enfin, de rétablir la situation dans ses limites normales.

Or, MM. Boivin et Loiseau prétendent que le *saccharo-carbonate de chaux* détruit les germes de la fermentation, et cette affirmation, vraie sous certains rapports, est erronée sous d'autres points de vue. *Exactement comme la chaux ou le sucrate de chaux*, le précipité gélatineux dont nous parlons empêche la fermentation alcoolique, mais il ne s'oppose pas aux dégénérescences lactique, butyrique, visqueuse ou mannitique; au contraire, il favorise ces altérations, dans les conditions régulières de température et de temps. L'expérience démontre surabondamment cette proposition. Cependant, le saccharo-carbonate de chaux, comme la chaux libre ou combinée au sucre, pas davantage, prévient les altérations des jus et des vesous, et elle s'oppose à tout mouvement fermentatif pendant une durée de temps notable. Sous ce rapport et avec la restriction qui vient d'être indiquée, on peut admettre l'exactitude de la proposition, bien que la chaux seule puisse rendre les mêmes services.

La destruction ou la transformation du sucre incristallisable ne nous apparaît pas aussi clairement. Si le saccharo-carbonate détruit le glucose, il ne peut le faire que par l'action de la chaux qu'il renferme et qui devient libre sous les influences les plus faibles. La propriété dont nous parlons ne pourrait être attribuée qu'à la chaux même et, à cet égard, il semble qu'on

n'ait pas besoin du précipité gélatineux des inventeurs, puisqu'un simple lait de chaux produirait le même effet, si, toutefois, l'effet est réel. Il y a là une erreur manifeste, et la chaux, le sucrate de chaux, le saccharo-carbonate basique ne détruisent que de très-petites quantités de glucose, qui se changent en produits ulmiques pendant la courte durée de l'ébullition.

Sous ce rapport donc, on se trouve en présence d'une allégation peu justifiée. D'autre part, le saccharo-carbonate basique, pas plus que la chaux elle-même, n'empêche pas la production ultérieure du sucre incristallisable, au contraire, surtout si on le fait intervenir comme agent d'épuration dans le jus. Chacun sait, en effet, que la chaux transforme le sucre prismatique en sucre incristallisable, mais que cette action désastreuse est bien plus sensible en présence des alcalis. Or, l'excès de chaux et le saccharo-carbonate lui-même mettent les alcalis en liberté, et il est impossible que l'emploi du précipité proposé empêche la production du glucose.

En ce qui concerne la séparation des sels nuisibles à la cristallisation, on peut dire que l'allégation est vraie dans certains cas, erronée dans certains autres. Lorsque l'on isole le sucre à l'état de saccharo-carbonate basique et qu'on lave le produit avant de le soumettre au traitement ultérieur, il est certain que l'on produit la séparation des alcalis et des sels nuisibles. Il ne peut y avoir de contestation sérieuse à cet égard. Mais on doit ajouter qu'il n'en est plus de même lorsque le saccharo-carbonate est employé comme agent d'épuration des liquides sucrés. Si nous prenons un sirop ou un sucre quelconque renfermant des sels alcalins, il est clair, pour tout observateur sensé, que le saccharo-carbonate de chaux, comme la chaux, mettra les alcalis en liberté, que ces alcalis formeront des sucrates dans la première phase du traitement, que, lors de la saturation, ils passeront à l'état de carbonates, mais que, par l'ébullition avec le sucre, ces carbonates seront décomposés, comme le fait a été surabondamment démontré.

Le saccharo-carbonate ne sépare donc pas les alcalis, pas plus que la chaux ne peut le faire et, sous ce rapport, le procédé n'apporte aucun avantage. S'il y a précipitation de matières étrangères, ce qui est incontestable, s'il y a décomposition de certains sels, on se trouve dans les mêmes conditions

absolument que celles qui se présentent dans l'emploi de la chaux ou du sucrate de chaux :

Ou bien les sels sont formés d'une base soluble combinée avec un acide dont le sel calcaire est insoluble;

Ou bien, la base est insoluble;

Ou, encore, l'acide du sel formera un sel calcaire soluble.

Il est évident qu'il y aura toujours séparation de la base insoluble et que l'on éliminera, à l'état de sel calcaire, l'acide copulé, si celui-ci peut former, avec la chaux, un composé insoluble. Dans tous les autres cas, on ne séparera rien du tout. Si la base est soluble, elle restera dans les liqueurs, et si l'acide forme un composé calcaire soluble, il peut se faire que la base du sel primitif soit éliminée, si elle est insoluble, ou qu'elle reste dans la masse, si elle est soluble. Dans ce dernier cas, on aura augmenté l'impureté au lieu de la diminuer, puisque la base du nouveau composé interviendra comme élément.

Prenons pour exemple l'acétate d'alumine. L'action du saccharo-carbonate formera de l'acétate de chaux qui restera dans le sirop et l'alumine sera éliminée. Le résultat, au point de vue de la purification, sera nul. Si l'on a, au contraire, de l'acétate de soude, il pourra se former de l'acétate de chaux, et la soude, mise en liberté, se dissoudra dans le liquide. On aura augmenté l'impureté en introduisant l'élément calcaire dans le sirop.

Ces deux exemples n'ont qu'un but théorique, celui de faire comprendre ce qui se passe dans ces réactions; mais le fait chimique constant est celui-ci : quelle que soit l'action du saccharo-carbonate de chaux basique, cette action, sous le rapport de la précipitation des sels, est absolument la même que celle de la chaux ou du sucrate de chaux; elle se produit avec les mêmes réserves, sous les mêmes conditions et dans les mêmes circonstances, en sorte que l'on ne distingue pas très-bien l'avantage de la préparation de MM. Boivin et Loiseau pour ce but particulier.

Une propriété attribuée au saccharo-carbonate par les inventeurs est celle de la décoloration des jus et sirops, sans danger de recoloration. Si cette propriété est réelle et qu'elle soit spéciale au produit, on est obligé de reconnaître l'utilité du composé calcaire dont nous parlons et d'admettre que l'emploi de

ce corps peut rendre des services. L'expérience seule pouvant résoudre la question, nous avons pris du sucre de Cochinchine, très-coloré, et nous l'avons fait dissoudre. La dissolution à 30° B. devant servir comme terme de comparaison, un échantillon a été conservé pour la vérification ultérieure. La masse, réduite à 20° B., a reçu la quantité de chaux nécessaire, et il s'est manifesté une décoloration très-notable. Après tamisage, le passage du courant d'acide carbonique a donné lieu à la formation du coagulum de MM. Boivin et Loiseau, et la masse a été portée à l'ébullition pendant trois minutes. Cette ébullition a été suivie d'une filtration. Enfin, on a procédé à la saturation et à une nouvelle filtration, puis le liquide a été concentré vers 28° B., au bain-marie, et il accusait 30° B. lorsque la température s'est abaissée au niveau de celle de l'échantillon conservé. A ce moment, la comparaison avec l'échantillon non traité a fourni, au colorimètre Duboscq, une différence de 2 millimètres en faveur du sirop traité, mais, en continuant la concentration, on a pu constater facilement que la masse se colore exactement comme après l'action de la chaux seule, et que le sirop est beaucoup moins beau que par le traitement au phosphate de chaux.

Le saccharo-carbonate de chaux décolore donc en réalité, mais il n'empêche pas la recoloration de la matière, surtout s'il existe des alcalis dans les liqueurs. Or, comme le procédé n'élimine pas les alcalis, on est en droit de conclure, en théorie et en pratique, que l'emploi du saccharo-carbonate de chaux ne s'oppose pas à la recoloration des sirops, bien qu'il produise une certaine décoloration.

2° *Peut-on utiliser pratiquement ce sucrate pour l'extraction du sucre des jus?* — A cette question, nettement posée, il convient de répondre avec une précision particulière. On peut extraire le sucre d'un jus donné en le transformant en saccharo-carbonate basique de chaux, si l'on admet, avec MM. Boivin et Loiseau, que l'on puisse réagir sur des liquides très-dilués. L'affirmative ne nous semble pas contestable sous le rapport théorique, et malgré une solubilité accusée de 3 à 4 millièmes, il paraît démontré que l'on peut isoler le sucre sous la forme indiquée.

Ceci bien compris et posé en fait, il est nécessaire de déter-

miner les conditions pratiques du travail et d'en rechercher les données économiques.

D'après les inventeurs, il faut employer une quantité de chaux égale à celle du sucre, soit 100 kilogrammes pour 100 de matière saccharine à isoler. Il nous semble que la méthode ne peut fournir des résultats économiques. En effet, par la méthode courante, on se contente de 10 à 20 millièmes de chaux pour la défécation des jus sucrés à 10 ou 11 p. 100 de richesse. Cette proportion donne un chiffre de 10 à 20 de chaux p. 100 de sucre, c'est-à-dire que, en moyenne, la fabrication dépense 15 kilogrammes de chaux pour 100 à 110 kilogrammes de sucre. La dépense en acide carbonique est proportionnelle.

MM. Boivin et Loiseau dépensent 85 kilogrammes de chaux en plus, et la quantité d'acide carbonique est relative. Il résulte de leur assertion qu'une fraction assez faible de saccharo-carbonate reste en dissolution, et cette fraction peut être négligée. Nous disons donc que l'on peut extraire le sucre d'un jus en lui faisant subir le travail indiqué, mais que cette extraction coûte 85 kilogrammes de chaux par 100 kilogrammes de sucre, de plus que dans le système usuel.

On a les phases suivantes :

1° Extraction du jus comme par le procédé commun. Frais égaux.

2° Défécation. Comme à l'ordinaire. Les inventeurs n'en parlent pas, pour une cause ou pour une autre; mais on ne peut admettre que les jus ne soient pas séparés préalablement des matières étrangères précipitables par la chaux. C'est donc à une défécation préparatoire qu'il faut reporter cette phase du travail qui précède la première filtration. Que MM. Boivin et Loiseau fassent immédiatement le *surchaulage*, ou qu'ils le fassent en deux fois, la question reste la même, et il faudra toujours séparer les impuretés précipitées par la chaux. Ici les frais sont encore égaux.

Les frais du surchaulage sont à la charge de la méthode. Les inventeurs introduisent un excès de chaux, font bouillir et filtrent. C'est exactement comme s'ils faisaient une défécation simple suivie d'une filtration et d'un surchaulage, et ce que nous indiquons vaut d'autant mieux qu'il est possible d'ajouter l'excès de chaux considéré comme utile au travail.

Que l'on exécute d'ailleurs, comme on le voudra, il faut tenir compte de l'excès de chaux, du calorique dépensé en sus, et d'une filtration fastidieuse en poches, sans parler, sinon pour mémoire, de l'usure de ces poches, des frais de lavage, de la perte de temps et de la main-d'œuvre excédante. Évidemment, au point où nous supposons le travail, après l'emploi d'un excès de chaux, après l'ébullition consécutive et la filtration, on n'a encore produit qu'une défécation, avec mise en liberté des alcalis, et le système a déjà coûté beaucoup plus que le système ordinaire. On ne peut concevoir le moindre doute à ce sujet lorsque l'on récapitule les faits. On a employé, pour 1 000 kilogrammes de jus, 100 à 110 kilogrammes de chaux, au lieu de 15; il a fallu faire bouillir cette masse pendant 3 à 4 minutes et lui faire subir une filtration assez pénible en présence de l'abondance des dépôts. Ces dépôts doivent être dégraissés avec le plus grand soin; mais, malgré tout, il reste dans les fèces lavées une proportion de jus proportionnelle à celle qui reste dans les dépôts de noir fin lavés. C'est dire que la perte en sucre est plus grande que dans les méthodes ordinaires.

Après cette première opération, on procède à la formation du sucrate. On ne peut assimiler cette manipulation à la carbonatation usuelle; c'est un travail à part, supplémentaire, qui se solde par la dépense d'un équivalent d'acide carbonique et par un certain dérangement dans l'économie de l'usine, puisqu'il faut refroidir vers + 30° les jus qui ont subi l'ébullition. Il faut encore filtrer en poches, laver et dégraisser le dépôt de saccharo-carbonate, au risque de la perte nouvelle qui en résulte et de la dépense de main-d'œuvre assez considérable qu'elle exige.

Supposons qu'on lave le saccharo-carbonate par un minimum de 200 litres d'eau pour le produit de 1 000 kilogrammes de jus, qui égale 163k,92 pour 100 kilogrammes de sucre. Ce produit se sera trouvé en contact, pendant le travail, avec 900 kilogrammes d'eau et, pendant le lavage, avec 200 kilogrammes de ce menstrue, soit avec 1,100 kilogrammes au total. Comme la *solubilité accusée* du saccharo-carbonate est égale à 4 millièmes, les 1100 kilogrammes de dissolvant en auront entraîné 1100 × 0,004 = 4k,400, ce qui répond à une perte de 2,662 p. 100 du sucre, en outre de la portion qui est restée engagée mé-

caniquement dans les dépôts du premier lavage. Tout cela est à considérer par les praticiens et, indépendamment de l'augmentation des frais de chaulage, de carbonatation, de filtration, de lavage, de main-d'œuvre, en dehors des dépenses de matériel, on ne peut compter sur une perte en sucre moindre de 5 p. 100, sans parler de la proportion restée dans la pulpe, suivant le mode d'extraction adopté.

Enfin on a du saccharo-carbonate, et si ce corps est bien lavé, il est débarrassé des principes solubles étrangers. Pour en isoler le sucre, il faudra l'ébullition, une nouvelle carbonatation, une filtration, la concentration, la cuite et la cristallisation. Il reste à apprécier si cette masse de travail est compensée par des résultats pécuniaires suffisants. Nous ne le pensons pas ; mais nous ne voulons pas entrer dans les détails de cette question que les praticiens ont déjà résolue en face des données précédentes.

La seule conclusion que nous ayons à déduire de ce qui vient d'être exposé est celle-ci : il semble démontré que, *théoriquement*, on peut isoler le sucre des jus par la transformation en saccharo-carbonate de chaux ; mais les frais nécessités par ce travail, les pertes qui en résultent lui ôtent, à notre sens, le caractère pratique d'un procédé réellement manufacturier. Avec une bonne extraction du jus, des betteraves à 10 p. 100 de richesse peuvent fournir 92 p. 100 de jus normal, c'est-à-dire 106k,47 de masse cuite p. 100. Cette masse peut rendre 70 p. 100 de sucre et 22 environ de mélasse, ou, en tout, 74k,53 de sucre et 23k,42 de mélasse, avec une dépense moindre de moitié. Il resterait à savoir si le saccharo-carbonate isolé ne fournit que du sucre sans mélasse. Cette circonstance est peu probable et elle n'ôterait presque rien de la valeur de notre raisonnement. Nous ne croyons donc pas que le procédé Boivin et Loiseau puisse être utilisé pratiquement pour extraire le sucre des jus, bien qu'il soit le plus rationnel de ceux qui ont été proposés jusqu'à ce jour.

3° *Le sucrate d'hydrocarbonate de chaux peut-il procurer l'élimination des sels alcalins ?* — On comprend aisément que, mise à part la question économique, le procédé dont nous parlons puisse procurer l'élimination des sels et des matières étrangères au sucre, lorsqu'il est appliqué dans le sens qui vient d'être in-

diqué, c'est-à-dire lorsqu'on s'en sert pour isoler le sucre des jus et liquides sucrés sous la forme de saccharo-carbonate $2CaO, C^{12}H^{11}O^{11} + CaO, CO^2$. Dans ce cas, en effet, les matières solubles, différentes du sucre, ont été laissées dans les eaux-mères, et le produit, bien lavé, en est débarrassé. Nous ne voulons pas dire par là que ce résultat soit pratique; mais nous en constatons la réalité. C'est déjà un fait acquis dont tout le mérite revient aux inventeurs, et il est à espérer que la pratique pourra tôt ou tard en tirer un parti avantageux.

Dans le cas, au contraire, où le saccharo-carbonate est employé comme agent d'épuration, la question se résout nécessairement par la négative. Pour que les alcalis soient éliminés, il faut que le saccharo-carbonate soit isolé et lavé. Si le saccharo-carbonate est simplement produit dans la liqueur, ou s'il y est ajouté à titre d'agent épurateur, les alcalis ne peuvent être séparés, pas plus qu'ils ne le seraient par le chaulage ordinaire ou par la carbonatation habituelle. En voulant trop prouver et trop affirmer, les auteurs du procédé ont commis ici une erreur notable contre laquelle les fabricants doivent se tenir en garde. Des deux phases de la réaction, la première, le chaulage, met les alcalis en liberté; la seconde, ou la carbonatation, les transforme en carbonates et, dans les deux cas, la solubilité extrême de ces corps dans tous les liquides aqueux, et dans les solutions sucrées en particulier, ne permet pas de les séparer. Ils restent donc en totalité dans les sirops, et toutes les affirmations du monde ne peuvent faire que les sels alcalins soient éliminables dans ces conditions. Nous avouons sans peine que ce résultat est regrettable; mais la séparation des alcalis n'est pas et ne peut pas être la conséquence de l'action du saccharo-carbonate de chaux.

C'est ici le moment d'ajouter quelques mots sur la purification des jus attribuée au procédé, et de mettre en évidence les raisons chimiques en vertu desquelles on doit refuser d'admettre les allégations qui ont été émises. Pour tout chimiste qui veut prendre la peine de réfléchir et d'examiner, la question se réduit bientôt à sa juste valeur. En effet, dans le procédé au saccharo-carbonate, c'est la chaux du sucrate, ou la chaux en excès, ou le carbonate de chaux, ou l'ensemble de tout cela, c'est-à-dire le saccharo-carbonate qui agit sur les matières étrangères et en amène la séparation; ou, encore,

c'est l'ébullition en présence de ces éléments... Or, dans les procédés courants qui admettent un excès de chaux, on a également le sucrate calcique et la chaux qui ne conduisent pas à une purification suffisante, puisque la défécation est incomplète par le chaulage, et qu'il importe de la parachever d'une façon ou d'une autre. Ce serait donc l'*ébullition* en présence du composé $2CaO, C^{12}H^{11}O^{11} + CaO, CO^2$ qui serait l'agent réel de la purification. Il est malheureux que cette action soit illusoire; mais elle n'a qu'une valeur très-médiocre pour l'expérimentateur. Que l'on prenne parties égales d'un même jus de betteraves, et que l'une soit traitée par la méthode ordinaire : chaulage à + 90° par 15 millièmes, premier bouillon, décantation, saturation avec addition de chaux pendant le travail, tandis que, dans l'autre, on produira du saccharo-carbonate par la méthode décrite, on fera une première filtration, après ébullition, ensuite la saturation et une seconde filtration... Les deux échantillons pourront être vérifiés à l'aide des réactifs de la chimie et comparés au point de vue des matières étrangères qu'ils retiennent. Or, sans avoir besoin de moyens compliqués, on peut recourir simplement à l'action de l'acétate de plomb, puisque la plupart des sels de plomb correspondant aux produits organiques sont insolubles. Dans tous les cas, l'agent étant le même, la réaction présentera des effets comparables. En plaçant dans des éprouvettes graduées un volume égal de chacun des liquides, 50 centimètres cubes par exemple, et ajoutant à chacun 5 centimètres cubes de solution d'acétate de plomb dans l'eau distillée, on trouvera que le volume du dépôt plombique est à peu près le même dans les deux éprouvettes. Ces dépôts recueillis, lavés, séchés dans les mêmes conditions, offrent un poids sensiblement identique, et l'on ne peut, en répétant l'expérience, constater que les petites différences admissibles dans toutes les recherches de ce genre.

D'un autre côté, on sait que les alcalis colorent le glucose en le changeant en produits ulmiques. Le procédé Boivin et Loiseau ne *transforme* le sucre incristallisable que par cette réaction; mais, comme il est aisé de le vérifier, ces mêmes alcalis altèrent le sucre prismatique; il semble bien difficile d'admettre que l'ébullition, en présence d'un excès de sucrate, de chaux et d'alcalis libres, puisse devenir jamais un moyen de purification.

4° *Le procédé Boivin et Loiseau peut-il servir à favoriser l'épuisement des pulpes et des bagasses?* — Nous ne voyons pas bien, pour notre part, en quoi la méthode examinée peut contribuer à l'épuisement des résidus. Peut-être, cependant, les auteurs ont-ils voulu dire que la possibilité d'isoler le sucre étant acquise, même en traitant des liquides dilués, on peut lessiver méthodiquement les pulpes et les bagasses sans être arrêté par la crainte d'une dépense excédante en combustible. Si telle est la véritable base de l'affirmation, il est vrai, en effet, que la séparation méthodique du sucre, sous forme de composé insoluble, conduirait à la solution du problème, pourvu toutefois que la quantité de sucre provenant de l'épuisement pût payer les frais. Ce côté de la question nous préoccupe beaucoup et, jusqu'à présent, nous ne trouvons pas les éléments d'un compte satisfaisant. Ce n'est pas, en effet, poser les bases d'une balance avantageuse que de retirer deux ou trois kilogrammes de sucre excédant, à 65 centimes environ de valeur moyenne, en dépensant quatre ou cinq fois la valeur de ce sucre. Il vaut mieux, dans ce cas, le laisser dans les résidus destinés au bétail ou au foyer.

Il serait à désirer que les inventeurs pussent surmonter cette difficulté devant laquelle tout fabricant intelligent doit s'arrêter, et qui oppose à l'adoption de leur méthode un obstacle infranchissable. Quelque brillant que paraisse un résultat théorique à travers le prisme des illusions, personne ne peut songer à en poursuivre la réalisation en face de dépenses trop élevées, dont la conséquence la plus simple est la ruine d'un établissement.

5° *Quelle est la valeur du sucrate d'hydrocarbonate de chaux en raffinage?* — Toutes les questions qui viennent d'être examinées concourent à la solution de celle-ci, et nous ne les aurions abordées que très-incidemment dans cette partie de notre travail, consacrée spécialement au raffinage, si elles n'étaient destinées à mettre en lumière les raisons pour ou contre le procédé dont il s'agit.

A notre sens, il est parfaitement certain que le saccharo-carbonate de chaux présente une action dépurante; mais cette action ne nous paraît pas dépasser sensiblement celle de la chaux; le seul avantage que présenterait l'emploi du saccharo-carbo-

nate consisterait en une sorte d'atténuation, en ce sens que la réaction alcaline, tout en restant la même, semble être adoucie jusqu'à un certain point, et que, peut-être, cette circonstance favorise l'exécution de la méthode. Cependant, en se plaçant strictement au point de vue pratique, on est obligé de reconnaître que les affirmations des inventeurs laissent à désirer, et la théorie elle-même ne leur donne pas raison, au moins dans la relation qu'ils semblent avoir voulu indiquer.

Il a été démontré que le saccharo-carbonate de chaux, improprement nommé sucrate d'hydrocarbonate, existe dans la réalité, que l'application en appartient bien à MM. Boivin et Loiseau, et que des réclamations intempestives n'ôtent absolument rien à la légitimité de leur propriété. D'un autre côté, nous avons vu que l'action de ce corps ne peut être attribuée qu'à la chaux, qu'elle est tout aussi incomplète que celle de cet oxyde, qu'elle n'enraye pas la production du glucose, qu'elle ne détruit pas les sels minéraux nuisibles au sucre, et que, par conséquent, les allégations des inventeurs ont été notablement exagérées.

Ces conclusions peuvent s'appliquer exactement à l'emploi du procédé Boivin et Loiseau en raffinage. En effet, le but qu'on se propose dans la purification des sucres consiste dans l'élimination des matières étrangères, la séparation des substances colorantes et du glucose, et il est certain que, si le saccharo-carbonate peut entraîner une certaine quantité de matières colorantes, comme le ferait d'ailleurs tout autre précipité chimique gélatineux, il est impuissant à enlever la moindre trace des substances salines étrangères qui auraient résisté au travail de la fabrication. Il ne faut pas se le dissimuler; le saccharo-carbonate calcique ne peut agir que comme la chaux et non autrement, et il est évident que l'introduction de la chaux dans les sirops, avant, pendant ou après l'action carbonique, ne peut éliminer la moindre trace des alcalis, ni des chlorures, ni des azotates alcalins, et ce serait faire injure au lecteur que d'admettre un seul instant la possibilité d'une adhésion aussi étendue que les réclames l'ont sollicitée. Si, dans un sirop, on introduit de la chaux en lait, qu'on élimine ensuite cette chaux par l'acide carbonique, on aura fait dans la liqueur tout ce que la méthode Boivin et Loiseau renferme d'essentiel sous le rapport chimique; on n'aura pas été aveuglé par un titre bizarre,

et l'on trouvera que la chaux n'a eu d'autre résultat que de décolorer jusqu'à un certain point, et de neutraliser les acides existants. Le saccharo-carbonate n'en fait pas davantage, et ce serait un acte d'exagération de prétendre en pousser plus loin les conséquences.

Si l'on ajoute à ces observations, purement techniques, que le procédé dont nous parlons est beaucoup plus cher dans son application, qu'il nécessite une manipulation plus complexe que la méthode ordinaire, qu'il exige l'emploi difficile de la filtration en saqs, qu'il conduit à des pertes en sucre au dégraissage, on comprendra la réserve avec laquelle on doit se prononcer dans cette question. Pour notre part, nous croyons que les raffineurs n'ont pas apprécié la situation sous son véritable point de vue, et nous pensons qu'ils se sont égarés, à la remorque d'une appellation, dans une voie illusoire.

Ceci est tellement exact et rigoureux que, en admettant un maximum d'alcali dans un sucre brut, il suffirait, pour obtenir des effets beaucoup préférables, d'utiliser l'action bien connue des phosphates, après avoir alcalisé les sirops à l'aide d'un peu de chaux. Ainsi, en versant dans une chaudière assez de chaux en lait pour rendre la liqueur légèrement alcaline, et en ajoutant ensuite du phosphate acide de chaux jusqu'à très-faible acidité, on aurait la certitude d'avoir transformé les alcalis qui ne sont pas éliminables, d'en avoir détruit l'action colorante, d'avoir annihilé les causes de production du glucose, et l'effet décolorant serait beaucoup plus sensible que par l'emploi du saccharo-carbonate. La seule précaution à prendre consisterait dans la neutralisation du petit excès de phosphate, à l'aide d'un peu de carbonate pulvérisé, et l'on éviterait ainsi la préparation du saccharo-carbonate, l'emploi de l'acide carbonique et les autres ennuis de la méthode proposée, dans un travail qui n'exigerait qu'une seule filtration.

Nous ne pouvons donc voir dans la méthode Boivin et Loiseau un progrès réel, parce qu'au lieu d'y trouver une simplification, on n'y rencontre, dans le fait, que des complications. Si les écrivains qui se sont répandus en éloges prématurés sur ce procédé avaient réfléchi aux conditions qui viennent d'être exposées, ils se seraient tout au moins abstenus de ces exagérations qui nuisent plus qu'elles ne profitent aux idées nouvelles. Dans tous les cas, il eût été loyal d'indiquer nettement

à la fabrication et à la raffinerie les objections plausibles en même temps que l'on traçait un programme si rempli d'espérances.

Emploi de l'alcool en raffinage. — La seconde méthode proposée à titre de progrès dans l'exécution du raffinage consiste dans l'emploi de l'alcool à titre d'agent décolorant et de menstrue, dissolvant des matières étrangères sans toucher au sucre. L'observation la plus élémentaire fait voir que cette manipulation n'est pas conforme aux véritables données techniques d'une bonne fabrication, et si nous cherchons à déduire les raisons de cette manière de voir, c'est plutôt dans le but de compléter cette partie de notre travail que dans la pensée de combattre une idée fausse qui se serait accréditée dans l'industrie sucrière.

Le sucre n'est réellement insoluble que dans l'alcool absolu. A mesure que le menstrue s'hydrate, il acquiert la propriété de dissoudre une proportion de sucre de plus en plus considérable, et pour qu'il ne puisse plus agir sur la matière saccharine, il doit être en saturation, conformément aux principes de Thénard. Il est vrai qu'il faut très-peu de sucre pour saturer l'alcool aqueux, beaucoup moins sans doute qu'il n'en faut pour préparer une clairce à l'eau, mais, cependant, cette circonstance ne doit pas être mise en oubli, et ce serait une faute grave de n'en pas tenir compte dans une juste mesure.

D'un autre côté, si l'alcool peut dissoudre un certain nombre de matières salines et de substances étrangères qui se rencontrent dans les pains ou que l'on peut être exposé à y rencontrer, on doit reconnaître qu'il est un grand nombre de corps sur lesquels ce liquide n'a aucune action dissolvante. L'alcool employé à titre d'agent de lavage dissoudra, par exemple, l'acétate d'ammoniaque, l'acétate de chaux, celui de fer, de magnésie, de potasse et de soude, la plupart des acides qui peuvent être en présence, quelques azotates, les chlorures de calcium et de magnésium, le lactate de chaux et les lactates alcalins, la mannite, l'oxalate de potasse, la potasse et la soude caustiques, le sulfate de sesquioxyde de fer; il dissoudra et entraînera les matières colorantes, les matières résineuses, quelques substances grasses, mais il sera sans action sur la matière albuminoïde, sur les bases suspendues, sur le carbonate de potasse, la plupart des

phosphates, le plus grand nombre des sulfates, et il ne dissoudra qu'une très-faible proportion des chlorures. Or, la clairce à l'eau peut dissoudre un plus grand nombre de corps étrangers que ne le ferait l'alcool et, par les méthodes de clairçage actuellement suivies, elle procure une décoloration très-suffisante, si le travail est bien exécuté. On est donc en droit de se demander quelle peut être l'utilité de l'emploi de l'alcool, en présence des faits chimiques qui en repoussent l'usage. Cette question n'a pas été certainement approfondie par ceux qui ont cherché à introduire l'emploi de l'alcool au raffinage, et il suffirait d'en avoir posé les conditions générales pour en laisser la conclusion à la sagacité du lecteur.

Sous un autre point de vue, plus rapproché de la pratique quotidienne, on est en droit d'affirmer que, en présence d'une action aussi incomplète, le travail par l'alcool serait d'une cherté beaucoup trop grande. On comprend, en effet, qu'il soit indispensable de rectifier l'alcool après l'usage de chaque jour. Or, en laissant de côté les considérations relatives à la cherté de ce produit, en ne considérant comme dépense primitive que l'intérêt de la mise des fonds d'acquisition, on se trouverait encore en présence de plus mauvais éléments qui se puissent rencontrer. L'organisation d'un atelier de rectification, le coût d'un appareil distillatoire spécial, les frais de la rectification elle-même, les pertes d'alcool inhérentes au travail, les dépenses en combustible et en main-d'œuvre fournissent aux adversaires de l'alcool des raisons très-sérieuses à l'appui de leur opinion. Il convient d'ajouter en outre que l'on perdrait une quantité très-considérable du menstrue par évaporation simple dans le travail des greniers, à moins de modifier d'une façon presque absolue la méthode actuelle de travail.

Enfin, et cette dernière considération nous semble devoir peser d'un grand poids dans la balance, quelle que soit la finesse du produit employé, l'expérience du laboratoire démontre que les sucres traités par l'alcool commercial s'imprégnent toujours des odeurs d'origine, et il est facile de constater qu'un sucre, lavé à l'alcool, conserve, après la dessiccation, une saveur âcre et brûlante due aux produits pyrogénés que l'on rencontre dans les alcools. En admettant donc, par impossible, que l'alcool pût enlever toutes les matières étrangères, qu'une décoloration parfaite permît de supprimer l'emploi du noir, il

ne serait pas moins nécessaire de compléter cette action en la faisant suivre par un clairçage au sirop aqueux sous peine de modifier la franchise de goût et de saveur des produits.

Dans le cas de ce clairçage complémentaire au sirop, la portion d'alcool restée dans les pains se mélangerait avec la claircé aqueuse, et augmenterait d'autant les frais de rectification. Dans le cas, au contraire, où l'on ne croirait pas devoir faire ce clairçage, la quantité d'alcool qui se perdrait à la dessiccation et à l'étuvage rendrait l'opération à peu près impraticable au point de vue économique. Il convient d'ajouter ceci, que la clairce aqueuse offre la propriété capitale de servir à la consolidation des pains, en abandonnant dans les interstices de la masse des petits cristaux de formation nouvelle, qui s'accolent aux autres et contribuent à former une masse cristalline homogène et résistante. Les pains lavés à l'alcool se lochent mal, ne se solidifient qu'avec une certaine difficulté, et ils sont beaucoup plus exposés à tomber dans un grand nombre de circonstances.

Nous n'avons certes pas perdu de vue l'histoire du pain de sucre de betterave, présenté à l'empereur Napoléon Ier et qui, paraît-il, avait été claircé à l'alcool. Ce fait particulier ne prouve absolument rien en thèse générale, et l'alcool de vin employé par Derosne n'est pas à comparer pour le goût et la saveur avec les alcools commerciaux actuels. Ce qui pouvait se faire pour un seul pain serait impraticable pour une masse, et nous pensons que les considérations précédentes doivent suffire largement à l'apréciation de ce procédé. Ajoutons qu'il n'est mis en pratique nulle part; mais comme cette question est jetée périodiquement en avant par des hommes à peu près étrangers à la sucrerie, il nous a semblé utile d'en dire quelques mots en terminant ce paragraphe, afin de mettre sous les yeux du lecteur l'ensemble des raisons par lesquelles on doit repousser l'emploi de l'alcool en raffinage.

IV. — DES AMÉLIORATIONS POSSIBLES EN RAFFINERIE.

Ce qui vient d'être exposé ne doit pas donner à penser que le travail des raffineurs soit parfait. Comme tout le monde, nous estimons que l'emploi du noir fin, du sang et du noir en grains présente une multitude d'inconvénients; nous croyons que les

opérations du raffinage pourraient être faites plus simplement, avec moins de dépenses, et être suivies de rendements plus satisfaisants. Pour quiconque raisonne, en matière industrielle, il est clair que le raffinage du sucre doit être assimilé à la purification d'un corps cristallisable quelconque. Or, il n'est jamais venu à l'idée de personne de purifier un corps cristallisable, manufacturièrement, sinon par des répétitions de la cristallisation, puisque les cristallisations répétées se font nécessairement dans des milieux de plus en plus purs. La seule exception à cette donnée existerait dans le cas où, par l'action d'un agent chimique quelconque, on pourrait débarrasser la matière cristallisable de la totalité des substances étrangères. Ce cas n'existe pas pour le sucre. Nous en avons vu les preuves dans l'étude des deux procédés qui ont été signalés et, aussi, dans l'ensemble des travaux de la raffinerie. Les procédés sus-indiqués ne peuvent être considérés, au moins essentiellement, comme des méthodes de purification, puisque, en les employant, on n'est pas débarrassé de la nécessité de pratiquer les opérations de la méthode vulgaire. Cette méthode elle-même n'étant autre chose que la répétition des dernières opérations de la fabrication, clarification, décoloration, cuite et purge, la proposition énoncée plus haut subsiste dans toute sa valeur. On ne peut songer à améliorer le raffinage qu'en rentrant sérieusement dans l'application de la science chimique, et en se bornant à faire, pour le sucre, ce que l'on ferait pour un corps cristallisable donné, le sulfate ou l'acétate de soude par exemple.

Admettons que l'on prenne du sucre de basse nuance, qu'on le redissolve dans l'eau, de manière à en faire du sirop à 30° B., et que, sans emploi de noir fin, ni de sang, on se contente de neutraliser ce sirop, après avoir au moins transformé les alcalis qui s'y trouvent en combinaisons inoffensives et, autant que possible, très-solubles ou déliquescentes. Après la séparation, par filtration, des matières suspendues, si l'on conduit ce sirop à la cuite, on laissera nécessairement dans la masse une quantité d'eau plus grande que celle qui existait dans le sucre brut, soit environ 10 à 12 au lieu de 1 pour 100. Cette proportion d'eau disparaîtra à la purge, en entraînant les matières colorantes et les corps solubles étrangers, dans des conditions telles que le nouveau produit ne renfermera plus que la dixième ou la douzième partie de ce qui était renfermé dans le

sucre primitif. Il est bien évident pour tous les praticiens que, dans ces circonstances, l'emploi intelligent du clairçage méthodique suffira pour achever le blanchiment et la purification du produit.

La preuve de ceci se trouve dans l'ancienne méthode de raffinage et dans la pratique du terrage. Un sucre très-bas de nuance, soumis à l'action d'une terre, passait au blond pâle; trois ou quatre terres en complétaient le blanchiment, sans qu'on fût obligé d'avoir recours à la plupart des absurdes pratiques dont le raffinage moderne est émaillé. Il faut bien que les raffineurs se convainquent d'une chose, à savoir que leurs prédécesseurs raffinaient fort bien, sans avoir recours au noir, gros ou fin, ni au sang de bœuf. Il faut qu'ils sachent que des nations barbares produisent du sucre blanc par simple lavage des cristaux bruts, et que la plupart des progrès dont on se vante à tort sont plutôt des complications que des progrès réels. Le progrès se trouve, en industrie moderne, dans l'emploi d'une machinerie perfectionnée et puissante qui permet d'agir en peu de temps sur des quantités énormes; mais il n'est pas et ne peut pas être dans des procédés chimiques qui sont essentiellement restés les mêmes, pas plus que dans des superfétations et des accessoires dont le mérite est loin d'être démontré. Qu'importent à la purification du sucre l'usine à noir dans l'usine principale, la revivification, les centaines d'ouvriers occupés à des choses inutiles, le saccharo-carbonate, l'alcool, etc.? Le meilleur raffineur sera celui qui, profitant de l'amélioration mécanique incontestable des usines modernes, saura rejeter toutes les inutilités et procéder vers son but, en se débarrassant des impédiments de toute nature. Or, nous le demandons en toute confiance : lorsque le sucre a été redissous, qu'il a été épuré par la clarification, laquelle n'est qu'une défécation répétée, des matières étrangères nuisibles, lorsque, par la cuite, il a été amené à la cristallisation confuse, quand le clairçage réitéré a chassé les eaux-mères colorées en entraînant les substances salines, quand on sait que le blanchiment n'est dû qu'au lavage des cristaux, comment peut-il se faire que l'on persiste dans les voies suivies, sinon par l'effet de l'entêtement ou d'une ignorance inexplicable? Nous n'insisterons pas à ce propos; mais nous sommes convaincu de la possibilité de soustraire le raffinage aux *alea* dont il est entouré, à l'aide

d'une méthode simple dont nous esquissons rapidement les phases.

Le sucre brut doit être redissous dans l'eau ou les sirops d'égout, de manière à fournir un sirop à 30° B. Ce sirop, porté dans la chaudière à clarification, additionné de lait de chaux, jusqu'à légère alcalinité, doit recevoir assez de phosphate acide de chaux pour que la transformation des alcalis en phosphates inoffensifs soit opérée, et l'excès de phosphate doit être neutralisé par du carbonate de chaux finement pulvérisé.

Le précipité de phosphate bibasique entraîne au moins autant de matière colorante que le noir fin ou le saccharo-carbonate calcique, et l'on n'a plus à craindre de recoloration à la cuite, puisque les alcalis font désormais partie d'une combinaison absolument inoffensive.

Il est nécessaire alors de filtrer le sirop ou plutôt de le débourber. Les résidus doivent être dégraissés, pour que le produit du dégraissage rentre dans le travail, et le sirop soumis à la cuite produit une masse blonde dont la purge très-facile peut être activée par les moyens physiques en usage. Rien n'empêcherait d'appliquer l'action de la sucette ou celle de l'air comprimé à la séparation des eaux-mères ambrées, après quoi le travail des greniers pourrait suivre la marche ordinaire.

Il va sans dire que les sirops de clairce blancs ou peu colorés doivent rentrer dans le travail directement et être additionnés en due proportion avec les sucres de refonte. Les sirops colorés, de purge ou de clairce, seraient soumis à des recuites, comme dans la méthode courante, et le produit turbiné, claircé, rentrerait dans la fabrication.

On ne ferait ainsi qu'une sorte de sucre, qui serait constamment de première qualité; on supprimerait, sans aucune espèce d'inconvénient, l'emploi du noir et du sang; on diminuerait la main-d'œuvre dans une proportion notable, et le raffineur qui aurait le courage ou l'intelligence d'adopter une méthode technologique aussi simple rendrait à la sucrerie un service immense dont les résultats s'étendraient également à la consommation.

En effet, malgré toutes les dénégations possibles, il existe, entre autres faits, un abus que nous avons constaté par nous-même, à Paris, et qui doit se reproduire ailleurs. Les raffineurs

vendent, au prix fort du cours, et comme *premières sortes*, des *lumps* de toute espèce, en sorte que le public *paye* comme sucre de première qualité des produits fort inférieurs.

Ce n'est que dans une marche rationnelle, analogue à celle qui vient d'être sommairement décrite, que l'on peut chercher le progrès véritable en raffinage, et il convient de se rappeler toujours que rien n'est plus éloigné du bien que le mieux hypothétique.

CHAPITRE III.

Organisation d'une raffinerie.

Il peut se présenter deux cas généraux dans l'organisation du travail du raffinage, suivant que le fabricant de sucre raffine lui-même son produit ou qu'il vend le sucre brut à des raffineurs spéciaux. Dans la première circonstance, la seule qui soit conforme à la vérité industrielle, l'agencement particulier de la raffinerie annexe ne présente que peu de difficultés. Rien n'empêche, au besoin, de produire directement des pains blancs et purs, comme cela a déjà lieu dans plusieurs fabriques de la Russie méridionale. Dans le second cas, le plus commun malheureusement en Europe, et celui qui domine la situation de l'industrie sucrière, l'agencement et l'organisation d'une raffinerie comportent des détails nombreux et exigent des conditions particulières. Nous n'entrerons pas à ce sujet dans de longues explications, et il nous suffira d'indiquer les besoins auxquels on doit répondre pour que le lecteur puisse aisément prendre une détermination convenable et diriger les travaux dans le sens qu'il lui conviendrait d'adopter.

I. — ORGANISATION D'UNE RAFFINERIE ANNEXE.

Tout le travail d'une raffinerie annexe, montée d'après la méthode habituelle, consiste dans la *refonte* du sucre brut, la *clarification* du sirop, le *débourbage*, la *filtration*, la *cuite*, la *cristallisation*, la *purge* et le *blanchiment*, suivis de la *dessiccation* ou de l'*étuvage*.

La question des bâtiments étant sous la dépendance de la fabrique elle-même, chacun devra la résoudre suivant les convenances locales, en évitant soigneusement toute exagération, soit en moins, soit en trop, dans l'étendue à accorder à chaque phase du travail.

La chaudière à refondre, établie au rez-de-chaussée, devra être d'une capacité suffisante pour recevoir par heure la vingtième partie du sucre à traiter dans la journée. Cette mesure est dictée par la nécessité de faire marcher de front les opérations du raffinage et celles de la fabrication. Ainsi, une fabrique produisant 200 sacs de sucre devra refondre, toutes les heures, 10 sacs, en y joignant, en outre, les sirops de clairce qui peuvent rentrer dans la confection des pains. Comme les bas produits peuvent être traités en reprise par le matériel de la fabrique, il ne serait pas nécessaire de se préoccuper de la recuite de ces produits, pourvu toutefois que l'administration fiscale n'apportât pas d'entraves à cette simplification.

En contrebas de la chaudière à refondre, un monte-jus, d'une contenance suffisante pour recevoir tout le sirop d'une opération, sert à transporter la liqueur à la chaudière à clarifier, de capacité égale, qui doit être établie dans la partie la plus élevée de l'usine, au-dessous du plan réservé pour le service de l'eau. De cette manière, le sirop clarifié n'aura plus qu'à descendre par gradation, à travers les débourbeurs et les filtres, pour arriver au réservoir de la cuite. Les débourbeurs sont donc disposés en contrebas de la chaudière à clarification, de façon qu'on puisse y faire passer les sirops à l'aide d'un caniveau mobile, au fur et à mesure du travail. Ces débourbeurs peuvent être construits en bois; mais le nombre doit en être suffisant pour répondre aux besoins de la fabrication. En général, il faut compter trois débourbeurs pour une chaudière à clarifier.

Le sirop, sortant du débourbage, passe dans les filtres à gros noir, puis se rend directement dans le réservoir de la cuite, lequel doit être établi au-dessous de la chaudière à cuire. Cette chaudière est placée sur une estrade, dont l'accès doit être très-facile, et qui doit recevoir autant que possible une lumière franche. L'élévation de l'estrade permet que la cuite puisse passer normalement dans une *chaudière à réchauffer*, établie sur le rez-de-chaussée, à hauteur de ceinture, et à proximité de l'empli.

L'empli doit être assez grand pour contenir aisément les formes correspondant au travail de deux jours. On doit pouvoir circuler facilement entre les rangées de pains, et ce serait une excellente mesure de disposer, à 0m,20 du sol, des planchers percés de trous circulaires dans lesquels serait engagée la pointe du cône.

Le nombre des formes est nécessairement en rapport avec la durée du travail et la quantité de matière à traiter par jour. On peut faire cette évaluation sur les bases suivantes :

La cristallisation est terminée habituellement en 15 heures ; mais il est bon de compter un jour pour cette opération. L'égouttage demande six jours. Le lochage et la préparation des fonds exigent un jour, et le clairçage en demande huit. Le travail en formes demande donc seize jours en totalité, et le nombre des formes correspondant à la quantité de sucre à traiter devra être multiplié par ce coefficient. Si donc on traite par jour 200 sacs, ou 20000 kilogrammes, les formes contenant 15 kilogrammes de masse cuite, cette quantité correspond à 1 333 formes, et ce nombre, multiplié par 16, fournit un total de 21 328 formes qui seront occupées pendant seize jours, depuis l'empli jusqu'à la fin du clairçage. Il est bon d'avoir à sa disposition au moins un nombre de formes en sus égal au travail d'une journée, pour tenir compte du lavage, des réparations, etc. Une raffinerie annexe, de l'importance de 20 000 kilogrammes par jour, devrait donc être munie de 22 660 formes.

D'autre part, les lits des greniers devront être disposés pour supporter 21 328 formes, et comme la dessiccation dure huit jours, les étuves devront être établies pour $1\,333 \times 8 = 10664$ pains. Il n'y a d'ailleurs aucun inconvénient à augmenter d'un quart la capacité totale des étuves.

En admettant, ce qui serait parfaitement régulier, que l'on fît rentrer les produits secondaires, turbinés et claircés, dans le travail des premiers jets, il ne serait pas nécessaire de faire des lumps et des bâtardes, et on pourrait aisément se borner à reprendre les sirops verts et à les faire cristalliser en bacs, exactement comme en fabrication. On conçoit très-bien que les sucres provenant de la reprise des sirops puissent être suffisamment purgés et blanchis à la turbine pour rentrer dans le travail de la raffinade, et pour qu'on ne fasse qu'un seul produit de premier choix, constamment identique.

On aura donc à compléter l'organisation de la raffinerie annexe par l'établissement d'une salle d'empli pour les produits secondaires, et d'une salle de turbinage, où les sucres venant de ces produits seront purifiés avant de passer à la refonte. Ajoutons à cela qu'il sera nécessaire de disposer une chaudière à cuire pour les sirops d'égout, dans le cas où il deviendrait impossible de les faire retourner à la fabrique elle-même.

Telles sont les idées essentielles qui doivent présider à l'organisation d'une raffinerie annexe, et un établissement de ce genre présente nécessairement des conditions plus économiques qu'une raffinerie spéciale, puisque le raffinage peut profiter de la plupart des agencements de la fabrication, et qu'il serait parfaitement inutile d'établir en double la plupart des appareils ou des fonctions qui existent dans l'établissement primaire.

II. — ORGANISATION D'UNE RAFFINERIE SPÉCIALE.

Lorsqu'on se trouve obligé de créer une raffinerie proprement dite, on se trouve évidemment dans des conditions beaucoup plus défavorables que dans le cas précédent. Tout est à créer et, depuis les générateurs jusqu'à la citerne aux mélasses, tout doit être l'objet d'une attention particulière. Aussi l'établissement d'une raffinerie exige-t-il un espace considérable, des bâtiments vastes et nombreux, des dispositions et des dégagements commodes, un matériel aussi complet que possible, si l'on veut obtenir des résultats avantageux.

La production de la vapeur doit occuper les premiers soins du fabricant, et les générateurs, d'une force suffisante, pour qu'on ne soit jamais exposé à chômer, doivent être établis dans un local particulier, en dehors de la raffinerie proprement dite, de façon à éloigner les dangers d'incendie. Nous en dirons autant des fours à revivifier et de tout ce qui se rattache à la préparation du noir, et l'on doit reléguer cette portion du travail sur un des côtés de la cour opposé aux bâtiments de la raffinerie. Les magasins à noir, ceux qui renferment les pièces de rechange, le lavage des formes, la forge et l'atelier du mécanicien, sont également établis sur le pourtour des murs de la cour, dans un coin de laquelle on place le dépôt de combustible nécessaire au travail de l'usine. Il serait utile également de séparer le magasin des sucres bruts du bâtiment principal,

afin de diminuer les chances de pertes, dans le cas d'un désastre que l'on doit toujours redouter et prévoir.

Le bâtiment principal ou la raffinerie proprement dite est particulièrement consacré au travail de purification du sucre, et il doit renfermer un magasin pour le sucre brut, alimenté par le magasin général, une salle de refonte, une salle de clarification, un étage pour les débourbeurs, un espace pour les filtres à noir, une salle de cuite pour les chaudières destinées aux premiers jets et aux produits secondaires, des locaux pour l'empli de la raffinade, des lumps et bâtardes et des bas produits, une vaste salle pour le turbinage, un emplacement pour la machine et les pompes à air. Les greniers doivent être spacieux et pouvoir contenir largement le nombre de formes à traiter; les étuves, d'un abord facile et d'une capacité suffisante, doivent être annexées à un mur de fond, renforcé par un second mur en briques. De vastes citernes doivent être établies en sous-sol pour les produits secondaires et les bas produits; enfin, des magasins spacieux, secs et bien aérés, sont réservés pour la mise en papier et pour l'arrimage des pains terminés, et la salle de livraison doit se trouver à proximité des bureaux.

Une grande raffinerie présente l'importance d'une petite ville, par ses emplacements, le nombre de ses ouvriers et le mouvement du travail. Quelle que puisse être l'opinion que l'on se fait sur la raffinerie en elle-même, on ne peut s'empêcher d'admirer l'étendue des moyens mécaniques, l'immensité des forces de toute nature, dont la réunion constitue un de ces grands établissements dans lesquels on fabrique par jour plusieurs milliers de pains raffinés, et nous sommes loin de refuser notre admiration à ces vastes usines pour l'organisation desquelles il a fallu faire appel à toutes les prévisions. Les moindres détails ont dû être prévus, et lorsque toutes les conditions de cet énorme labeur ont été tracées, lorsque l'usine est achevée et prête à fonctionner, on peut dire que le raffineur n'est encore qu'au début de sa tâche. La question commerciale vient lui apporter toutes ses exigences, et l'achat des sucres bruts, la vente des produits réclament impérieusement les connaissances les plus approfondies en matière de négoce. Nous laissons au lecteur le soin d'apprécier tout ce qu'il est nécessaire de savoir pour devenir un bon raffineur au point de vue industriel et sous le rapport commercial, et nous nous bor-

nons à indiquer, pour terminer ce chapitre sommaire, un certain nombre de faits de pratique qu'il peut être utile de rappeler à l'attention.

III. — OBSERVATIONS GÉNÉRALES.

En fabrication courante, le sucre brut fournit son poids de masse cuite, en sorte que, dans une usine où l'on traite 50000 kilogrammes ou 500 sacs de sucre, on obtient journellement 3333 formes remplies à 15 kilogrammes de masse.

Les formes abandonnent à la purge la moitié du poids de la masse, tant en sirop d'égout ou sirop vert, qu'en sirop plus blanc provenant du clairçage. Il en ressort un chiffre total de 25000 kilogrammes de sirop, dont les 4/5, ou 20000 kilogrammes, servent à la fabrication d'une seconde sorte, pendant que le cinquième restant, soit 5000 kilogrammes, peut concourir à la fabrication de la raffinade ou du mélis. Le total de la raffinade s'élève à 55000 kilogrammes ou 3666 formes au total, qui représenteront la production journalière en raffinés.

Lorsqu'on fait égoutter une forme d'une manière complète, on n'obtient pas, en réalité, plus des 3/10 du poids de la masse cuite en sirop vert; mais la moitié environ de la clairce se mélangeant à ce sirop, on comprend qu'il ne soit pas possible de faire retourner au mélis la portion de la clairce qui s'est colorée trop fortement en passant à travers la masse.

Sur le travail de 3666 pains, on a donc 20000 kilogrammes de sirop vert à recuire et à porter, dans le travail des lumps, à 90 p. 100 de richesse saccharine. Cette nouvelle masse, de 13366 kilogrammes environ, fournit 798 pains de lumps, qui rendent, en sirop vert, 5346 kilogrammes, pour servir à la fabrication des bâtardes, tandis que le sirop couvert ou sirop de clairce sera reporté à la préparation des lumps. La quantité de ces sirops couverts ou de claircé est de 1336 kilogrammes environ, et le chiffre total de la masse des lumps, en travail réglé, est de 13366 + 1336 = 14702 kilogrammes par jour, ou 877 formes à 16k,75.

Quant au sirop vert mixte, dont le chiffre est de 5792 kilogrammes, il fournit à la recuite pour bâtardes 3778 kilogrammes de masse cuite, dont on retirera 30 p. 100 ou 1133 kilogrammes de sucre blanc et 2645 kilogrammes de sirop vert

Enfin, ces 2645 kilogrammes fournissent, par une quatrième reprise, 1 745 kilogrammes de masse, qu'on fait cristalliser en bacs, et qui rendent, après un séjour prolongé, environ 20 p. 100 ou 309 kilogrammes de sucre à la turbine.

De ces données, qui sont conformes à la pratique générale, bien que Walkhoff semble les considérer comme lui étant à peu près personnelles, on déduit comme conséquence les éléments du résumé suivant :

Sucre brut mis en travail		50,000 kil.
Rendement en sucre blanc à 70 p. 100	35,000 kil.	
Sirop vert	15,000	
Total égal	50,000	
Travail des lumps		13,366 kil.
Rendement en sucre à 66,66 p. 100	8,909 kil.	
Sirop vert	4,457	
Total égal	13,366	
Travail des bâtardes		3,778 kil.
Rendement à 30 p. 100 sucre	1,133 kil.	
Sirop vert	2,645	
Total égal	3,778	
Quatrième reprise, masse		1,745 kil.
Rendement à 20 p. 100 sucre	309 kil.	
Mélasse épuisée	1,436	
Total égal	1,745	

Les produits moyens auront été, pour 50 000 kilogrammes de sucre brut :

1° En mélis ou raffinade	35,000 kil.
2° En lumps	8,909
3° Bâtardes	1,133
4° Sous-produits	309
Total du sucre	45,451
Mélasse	1,436
Total	46,887

Les chiffres précédents ne donnent, à la vérité, que des valeurs moyennes, et l'on comprend qu'il puisse exister de très grandes variations dans les résultats, suivant que le sucre brut renferme une quantité d'eau plus ou moins grande, une proportion de sels minéraux plus ou moins considérable, etc., et il est à peu près impossible de délimiter à l'avance, par de simples ap-

préciations numériques, les résultats à atteindre. Cette appréciation, tout industrielle et de terre à terre, ne peut se faire normalement qu'à la suite d'analyses convenablement exécutées sur les sucres à traiter; mais on peut admettre, en thèse générale, que le raffinage fournit 90 à 91 p. 100 du sucre brut en rendement effectif, et 3 p. 100 environ de mélasse épuisée.

On compte habituellement sur un personnel de 210 à 225 ouvriers pour une raffinerie qui traite 50 000 kilogrammes de sucre brut par 24 heures; mais il semble que ce chiffre soit un peu exagéré, et l'on pourrait peut-être diminuer un peu la main-d'œuvre par une meilleure organisation du travail.

Walkhoff donne des renseignements intéressants sur des chiffres pratiques obtenus par lui relativement au poids des pains dans les différentes circonstances du travail, et nous nous faisons un plaisir de les reproduire :

Un pain de masse cuite de raffiné pèse	15k,439
Un pain après enlèvement du fond pèse	14 ,330
On enlève par le premier clairçage à l'eau	0 ,625
Un pain de raffiné avant le clairçage pèse	13 ,689
Un pain après les clairçages	13 ,626
Un pain avant la sucette	11 ,646
Un pain après la sucette	11 ,127
Un pain après dessiccation à l'étuve	10 ,525
Les pains donnent en sirop vert	1 ,106
Les pains à la clairce à l'eau	0 ,644
Les pains à la clairce au sirop	5 ,356
Total	7 ,106
Les pains perdent en humidité sous l'action de la sucette	0 ,519
Les pains perdent en humidité à l'étuve	0 ,619

Nous limitons à ce qui précède les notions qu'il nous a semblé utile de reproduire au sujet du raffinage, en répétant encore une fois cette proposition fondamentale que, en matière de purification d'un produit cristallisable, le point essentiel de toute méthode intelligente consiste dans une cristallisation nouvelle et le lavage méthodique des cristaux, sans qu'il soit nécessaire de s'embarrasser de toutes les prétendues nécessités qu'on regarde à tort comme indispensables.

LIVRE VI

DOCUMENTS COMPLÉMENTAIRES

Nous touchons à la fin de la tâche immense que nous avons entrepris d'accomplir, plutôt par le désir de nous rendre utile que par une confiance vaniteuse dans nos propres forces. A mesure que l'homme avance dans la vie, il se dépouille de cet amour de soi qui obscurcit souvent les jeunes intelligences, et il comprend davantage ce qui lui manque pour parvenir au but cherché. Il sent mieux son insuffisance et il aperçoit plus nettement les lacunes et les fautes devant lesquelles il ne s'arrêterait qu'à peine dans un âge moins prudent, sous l'excitation de la jeunesse. Un profond sentiment, dû à une observation plus attentive, le rend conscient de son impuissance et de l'inanité de ses prétentions. Il voit de quels trésors de science il devrait être pourvu pour remplir un rôle vraiment utile à l'humanité et il acquiert la perception de ses défauts et de ses erreurs...

Nous n'avons pas échappé à cette sensation et nous nous rendons compte de l'inperfection de notre œuvre, à laquelle nous aurions voulu, cependant, imprimer un mérite que nos connaissances trop bornées ne nous ont pas permis d'atteindre. Nous avons toujours, et avant tout, respecté la vérité, contre tous les systèmes, contre tous les intérêts, contre toutes les ambitions. C'est là, peut-être, la seule qualité réelle de cet ouvrage, bien que certaines individualités, atteintes par une juste critique, puissent objecter contre nos appréciations.

Il nous reste encore à exposer quelques données relatives à l'utilisation de la mélasse qui forme le principal résidu de la sucrerie, et à la préparation de quelques espèces de sucre,

différentes du sucre prismatique. La première de ces questions est d'un haut intérêt pour la fabrication et le raffinage du sucre; la seconde prend une place secondaire, d'une valeur seulement relative et elle n'offre qu'une importance technique plus en rapport avec la distillation qu'avec la sucrerie.

Quoi qu'il en soit, nous prions le lecteur de nous accorder encore quelque peu de bienveillance et d'attention, dans l'étude de ces objets accessoires, par laquelle nous terminons ce long travail.

CHAPITRE PREMIER

Extraction du sucre des mélasses épuisées.

Des idées générales ont été déjà exposées relativement à l'objet du présent chapitre et, en indiquant les procédés relatifs au traitement des résidus (tome II, p. 756), nous avons mentionné la plupart des méthodes imaginées dans le but d'extraire le sucre des mélasses. Après avoir examiné ces procédés, on trouve que la conclusion logique est loin d'être favorable à leur adoption et, sauf le procédé Margueritte et l'application de l'osmose, par M. Dubrunfaut, sauf peut-être l'application du procédé de MM. Boivin et Loiseau, il n'y a rien qui mérite de fixer l'attention dans les inventions dont il a été parlé. En mettant de côté l'extraction du sucre par la baryte, que des résultats insuffisants ont fait abandonner, malgré une valeur théorique très-réelle, les affirmations intéressées des fabricants de *sucrate de chaux* ne méritent pas l'examen, et cette question nous paraît avoir été suffisamment examinée. Nous n'y reviendrons donc pas, et nous nous contenterons d'ajouter quelques mots sur le procédé Margueritte et le procédé Boivin et Loiseau, avant de décrire rapidement la méthode employée par M. Dubrunfaut pour extraire les sels contenus dans les mélasses.

Comme nous l'avons déjà fait observer, la valeur du procédé Margueritte appelle les efforts de l'industrie, et ce procédé repose sur une application très-logique des réactions de la chi-

mie. La seule objection que l'on puisse faire rationnellement contre cette méthode est basée sur la proportion d'alcool à employer, et sur le prix de revient probable qui serait certainement trop élevé, si l'on ne trouvait pas un moyen manufacturier de retirer la presque totalité du menstrue employé. Or, ce moyen existe et se trouve à la portée de tout le monde dans l'emploi des instruments de rectification, qui sont aujourd'hui construits avec une rare perfection. Sans parler des nombreux appareils qui ont été décrits dans le troisième volume de notre ouvrage sur l'alcoolisation, nous citerons seulement notre appareil à colonne, dont l'action continue, d'une puissance considérable, permet d'extraire, sans pertes, l'alcool des eaux-mères, et de l'obtenir directement à un très-haut degré de richesse. Dans des conditions analogues à celles fournies par cet appareil, la dépense du procédé Margueritte se bornerait aux frais de manipulation, au coût de l'acide sulfurique, et à la valeur du combustible, dont il faudrait déduire le produit des sulfates précipités. La méthode ainsi comprise deviendrait pratique, et nous engageons les fabricants à tenter dans ce sens des expérimentations justificatives.

Si, dans le livre précédent, nous n'avons pas rencontré, en examinant le procédé Boivin et Loiseau, tous les avantages affirmés par les inventeurs, nous avons dû cependant reconnaître que la précipitation du sucre à l'état de saccharo-carbonate basique pourrait être un moyen de séparation de la matière saccharine en même temps qu'un mode très-réel de purification. En traitant les mélasses à 20° B de densité et à + 30° de température, par un excès de chaux et par un courant d'acide carbonique, on donne naissance à un coagulum formé de sucrate de chaux et de carbonate de la même base. Il est clair que ce produit, recueilli par filtration et lavé, se trouve débarrassé des sels alcalins et des matières étrangères, qu'il est facile de le décomposer à chaud par l'action ultérieure du gaz carbonique, et que l'on peut ainsi retirer des mélasses la presque totalité du sucre qu'elles renferment, en admettant, toutefois, le faible coefficient de solubilité annoncé par les inventeurs, et sur lequel nous ne pouvons nous prononcer avec certitude. Dans ce sens, la meilleure application du procédé Boivin et Loiseau consisterait dans l'extraction du sucre des mélasses dites épuisées, et les auteurs du procédé auraient bien mérité

de la sucrerie, quand même toutes les autres allégations ne seraient pas justifiées. Ce procédé appelle donc aussi l'expérimentation, et les quelques vérifications que nous en avons faites nous semblent de nature à justifier de raisonnables espérances.

Méthode osmotique de M. Dubrunfaut.

Personne, que nous sachions, n'a jamais songé à contester les services rendus à la sucrerie et à l'alcoolisation par M. Dubrunfaut, et nous-même, s'il nous est arrivé, dans un certain nombre de circonstances, de critiquer certaines des idées de l'illustre chimiste, ou plutôt de lui reprocher une certaine tendance à accaparer et à revendiquer comme siennes toutes les réactions connues, nous avons été des premiers à lui rendre pleine justice en toute occasion. Lors de l'exposition de 1867, en particulier, nous nous sommes élevé contre l'ingratitude et l'ignorance du jury, qui avait passé sous silence, dans son inconscience et son incapacité, l'application de l'osmose à l'extraction du sucre des mélasses, exposée à cette époque par MM. Camichel et Cie. Nous transcrivons à ce sujet, et comme preuve de ce qui précède, le passage suivant de l'article que nous avons publié à cette époque :

« ...Ce n'est pas moi, certes, que l'on accusera de partialité envers M. Dubrunfaut; mais il y a dans son procédé quelque chose d'élégant et de scientifique qui frappe l'attention. On n'a pas négligé d'exposer la série des produits obtenus, en y comprenant l'alcool et les salins; tout cela vaut mieux que bien des choses médaillées. Les sucres sont bien cristallisés, secs, détachés; on devait appeler le regard de la manufacture sur cet ensemble et l'intérêt de la sucrerie demande qu'elle fasse la vérification pratique des faits de ce genre. Il est probable que les services rendus par M. Dubrunfaut auront perdu de leur valeur en subissant l'épreuve du temps, et que ceux qui profitent des inventions auront oublié jusqu'au nom de l'inventeur.

« Je saisis avec plaisir cette occasion de protester contre cette manie de l'ingratitude qui nous atteint, contre ce mercantilisme dégoûtant qui fait tendre la main vers les hommes de recherches, quand on a besoin de leur assistance et de leurs lumières, et qui les fait fuir lorsqu'on est parvenu au but,

grâce à eux. J'ai critiqué bien des choses dans les opinions de M. Dubrunfaut, lorsque j'ai cru rencontrer des erreurs; mais, à côté des erreurs de détail, il convient de voir les applications utiles. M. Dubrunfaut a fait plus mille fois pour la sucrerie et l'alcoolisation que MM. Cail, Pontifex et autres, plus que tous les chaudronniers du monde. Pourquoi cette ingratitude qui se révèle par l'oubli dans lequel on a laissé l'exposition de MM. Camichel? On ne saurait pallier ce lapsus qu'en l'attribuant à l'ignorance des juges; mais alors, qui peut en assigner les bornes? »

Dans de semblables conditions, nous pouvons, ce nous semble, exposer franchement notre manière de voir relativement à la valeur industrielle d'un procédé que nous avons défendu contre le mauvais vouloir dès sa première apparition, et que nous regardons encore comme une des applications les plus intelligentes de la chimie et de la physique à l'industrie.

Description du procédé. — La méthode de M. Dubrunfaut est basée sur cette idée fondamentale que, de l'eau pénétrant à travers une membrane à la rencontre d'une matière complexe donnée, cette eau dissoudra de préférence certains éléments en plus forte proportion que certains autres. Ainsi, les sels de potasse, par exemple, seront dissous plus rapidement que le sucre, lequel se concentrera dans la matière pendant que l'eau sortante sera plus chargée des éléments potassiques...

Disons tout d'abord que l'explication donnée de ces faits nous paraît peu satisfaisante en théorie, et qu'ils semblent être sous la dépendance des lois générales de la solubilité, bien plutôt qu'ils ne forment une série de phénomènes particuliers. Quoi qu'il en soit, il est clair que, la donnée étant exacte, si l'on soumet, à travers une membrane, de la mélasse à l'action de l'eau, on pourra, de cette façon, concentrer le sucre dans la mélasse, et en extraire une portion du même sucre et de glucose, avec la plus grande partie des sels. C'est sur cette base fondamentale que repose le procédé de M. Dubrunfaut, devenu aujourd'hui de domaine public, au moins en ce qui concerne le brevet primitif. Il est clair, en effet, que si les sels alcalins immobilisent quatre à cinq fois leur poids de sucre, il suffira d'enlever une unité de ces sels pour forcer la cristallisation de quatre ou cinq fois autant de matière saccharine. Sous ce rap-

port, l'application de la découverte de Dutrochet à la sucrerie constitue une des améliorations les plus ingénieuses de la pratique technologique.

Osmogène. — L'appareil employé par M. Dubrunfaut, pour l'analyse osmotique des mélasses, et auquel il a donné le nom d'osmogène, est représenté par les figures 61 et 62. Il se com-

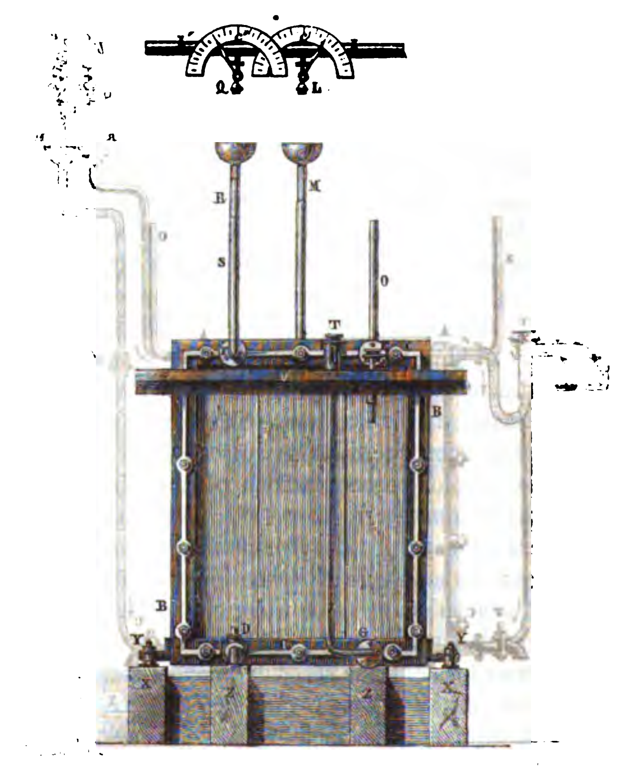


Fig. 61.

pose de cadres en bois de hêtre ou de chêne, de 15 millimètres d'épaisseur, et portant $0^m,90$ de large sur $1^m,15$ de hauteur. Ces cadres sont au nombre de cinquante et, quand ils sont réunis, ils sont maintenus par des pièces en fonte BB, lesquelles sont fixées à des planches de chêne de $0^m,045$ d'épaisseur, à l'aide des boulons à écrou ee, qui permettent d'exécuter la pression des cadres les uns contre les autres, lorsqu'ils

ont été montés comme il va être dit. Ces cadres sont percés en haut et en bas, de deux séries de trous qui se correspondent à travers le bois et forment quatre canaux, dont deux pour l'arrivée et la sortie de la mélasse, et deux pour l'arrivée et la sortie de l'eau. Deux de ces conduits, l'un en haut et l'autre en bas, communiquent avec les cadres de numéros pairs, tandis que les deux autres communiquent avec les numéros impairs. Il en résulte

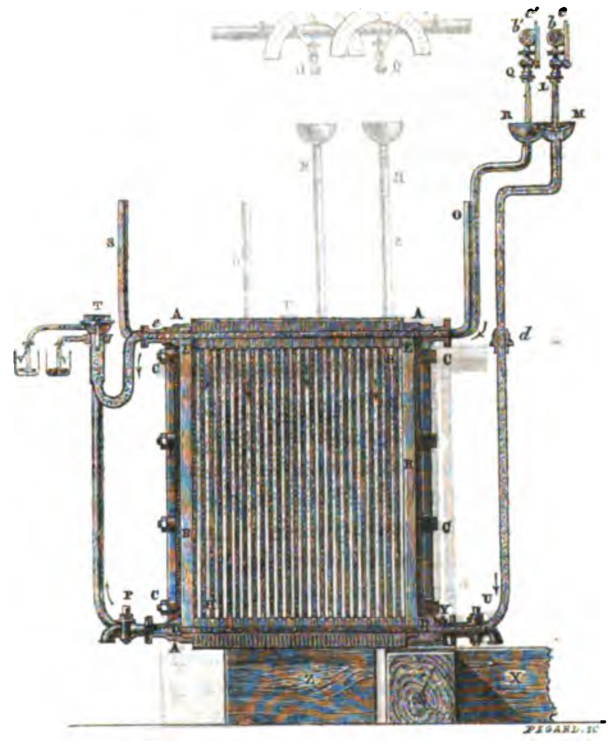


Fig. 62.

que la mélasse qui arrive par le tuyau vertical M et entre par le canal horizontal D, monte dans les compartiments des numéros impairs, pendant que l'eau, pénétrant par le conduit R, exécute un mouvement absolument contraire. Il s'ensuit que, si l'on sépare les cadres les uns des autres par une feuille de parchemin, de manière que les joints soient parfaitement étanches, la mélasse occupera tous les espaces impairs pendant que l'eau

circulera dans tous les espaces pairs, et que les deux liquides exécuteront un trajet considérable, en contact indirect l'un avec l'autre, et séparés seulement par l'épaisseur de la membrane animale. Il est évident que, dans ce trajet d'environ 50 mètres carrés, le liquide dialytique aura un temps considérable pour agir sur la matière à analyser, dans les conditions mêmes réclamées par le principe de la *macération.*

Le parchemin animal est avantageusement remplacé par le parchemin végétal ou papier sulfurique, qui en présente toutes les propriétés principales, et dont l'emploi est beaucoup plus économique. L'étanchéité des joints est assurée par des bandes de caoutchouc de $0^m,07$ de large sur $0^m,001$ à $0^m,0015$ d'épaisseur, et tous les autres joints sont mastiqués au minium avec la plus grande attention pour que l'appareil conserve parfaitement les liquides.

Le robinet L, à index mobile, sert à apporter la mélasse dans des proportions prévues, et à la faire arriver dans l'entonnoir M, par lequel elle pénètre dans le canal D, et dans les numéros impairs. Les tubes O et S servent à expulser l'air de l'intérieur à mesure que l'eau et la mélasse remplissent les cavités des cases. L'eau arrive dans l'entonnoir du tube R par le robinet gradué à index Q. Un tube syphoïde à éprouvette porte dans le caniveau V les mélasses traitées, et permet d'en vérifier la densité lorsqu'elles ont perdu tout ou partie des sels. De même, T sert à observer la densité de l'eau lorsqu'elle s'est emparée des matières salines, et VV' sont des caniveaux ou rigoles en tôle pour l'écoulement des liquides provenant du travail. P sert à vider les compartiments à mélasse, et U remplit le même office pour les cases à eau. Enfin l'appareil peut basculer sur sa base, à l'aide des tourillons YY, de manière à faciliter le montage et le nettoyage.

Montage de l'appareil.—Après avoir vérifié les feuilles de parchemin, de manière à rejeter toutes celles qui présenteraient des trous ou des points faibles, on les fait tremper dans l'eau pendant un quart d'heure. On tend alors une première feuille, aussi régulièrement que possible, sur le premier cadre inférieur. Sur cette feuille on place le second cadre, puis une autre feuille, un autre cadre, et ainsi de suite jusqu'à ce que l'on ait fini le montage des cadres. On dispose alors la pièce de tête sur le der-

nier cadre, on serre les écrous c, on redresse l'appareil et on commence à introduire les liquides.

Travail de l'appareil. — L'eau doit être d'abord portée à l'ébullition, et la mélasse subit une sorte de clarification par une addition de 1 millième environ de carbonate de soude et d'un peu de sang, pour séparer la chaux et les écumes. On laisse déposer, pour n'envoyer dans l'appareil qu'un liquide bien décanté, le plus clair possible. Cette préparation sommaire est indispensable, pour que les cadres ne se salissent pas trop vite, et puissent fonctionner plus longtemps. On fait alors arriver les liquides par les robinets d'alimentation, de manière à maintenir dans les cadres pairs et impairs le même niveau, et de façon à éviter toute inégalité de pression. Il va sans dire que, pendant cette introduction, les robinets d'air Q et S doivent être ouverts. L'identité de l'écoulement et l'égalité de niveau doivent être maintenues jusqu'à ce que l'appareil soit rempli uniformément dans les cadres pairs et les cadres impairs, et que les liquides commencent à couler dans les tubes à éprouvette, dont les aéromètres indiquent les densités relatives et permettent de régler la marche de l'instrument.

En principe général, plus la durée de l'opération est prolongée, et plus faible est la densité de la mélasse qui sort de l'instrument. Plus la mélasse est diluée, te plus elle a perdu de sels. Ceux-ci sont passés dans l'eau, mais cette eau elle-même dissout beaucoup plus de sucre pendant un temps plus long, et la quantité du travail réel se trouve en outre notablement diminuée. Il y a donc un intérêt sérieux à régler l'introduction des liquides de manière à opérer le travail en un temps moyen expérimental, qui fournisse une purification suffisante sans donner lieu à une dilution exagérée. En moyenne, on fait sortir la mélasse osmosée à 12° B. chaud, et l'eau à 6° B., ce qui répond à peu près à 15° B. pour la mélasse et à 8° B. pour l'eau, après refroidissement. Cette réglementation est une affaire de tâtonnements.

L'eau chargée de sels est beaucoup moins foncée en couleur que la mélasse traitée, mais elle offre une saveur saline, pendant que la mélasse est devenue plus sucrée et d'un goût moins âcre.

On comprend que, s'il arrive qu'une feuille de parchemin se

perce, cet accident se trouve indiqué immédiatement par le changement de densité constaté aux éprouvettes, et qu'il nécessite une prompte réparation. D'autre part, lorsque l'appareil est sali et que le rendement diminue d'une manière notable, il devient indispensable de démonter l'instrument pour le nettoyer. Pour cela, on fait la vidange des liquides par les robinets inférieurs, de manière à conserver pendant cette vidange l'égalité de niveau dans les compartiments; on fait basculer l'ensemble, on desserre les pièces de tête et, après avoir enlevé les cadres, après les avoir lavés avec soin, ainsi que les feuilles de parchemin, on remonte le tout, en remplaçant les feuilles altérées, et l'on recommence le travail.

II. *Appréciation.* — Walkhoff a fait sur le travail de l'osmogène des observations intéressantes, dont nous reproduisons les données les plus essentielles.

Pour un travail de 6 à 7 mille kilogrammes de mélasse par jour, on employait à l'usine de Courrières deux chaudières et dix appareils à 50 cadres. L'eau à + 40° de température, et la mélasse à un degré assez rapproché, arrivaient en filet mince dans l'appareil, mais il arrivait quelquefois, selon la remarque du spécialiste allemand, que, à la sortie, l'écoulement des liquides s'arrêtait sans cause apparente, pour recommencer après. Chaque appareil consommait 26 hectolitres d'eau par jour. Walkhoff évalue le minimum de cette eau à 1000 kilogrammes, et il recommande de l'employer très-pure, bouillie, ou même filtrée sur le charbon de bois, un instrument ne produisant plus d'effet après quatorze jours de marche, en sorte qu'il serait nécessaire de laver souvent l'intérieur de l'appareil à l'acide chlorhydrique affaibli, et d'en faire un nettoyage soigné.

L'eau d'exosmose renfermerait un minimum de 2 0/0 de sucre, en sorte que la perte de chaque appareil représenterait 20 kilogrammes, soit, pour 600 kilogrammes de mélasses à 50 0/0 de sucre, environ 21 kilogrammes. Mais, comme cette même eau d'exosmose renferme 8,8 de sels 0/0, les 1000 kilogrammes entraînent au minimum 50 kilogrammes de sels sur 600 kilogrammes de mélasse, soit environ les 5/6, la mélasse contenant environ 10 0/0 de sels.

En somme, l'eau n'enlevant que 20 kilogrammes de sucre et

50 kilogrammes de sels, la mélasse diluée est assez purifiée pour donner lieu, après la cuite, à une cristallisation correspondante à la perte en sels.

Sur la demande de Walkhoff, il a été fait par Weiler, avant et après le travail de l'osmogène, une analyse de la mélasse et de la dissolution saline correspondante. En voici les indications :

INDICATIONS.	MÉLASSE BRUTE marquant 77,5 0/0 Balling.	MÉLASSE OSMOSÉE marquant 18,2 0/0 Balling.
	Taux pour 100.	Taux pour 100.
Sucre	43,500	25,250
Sels de potasse et de soude	9,611	4,720
Sels de chaux	0,811	0,480
Substances organiques	18,941	10,646
Eau	27,137	58,904
	100,000	100,000
Résidu de dessiccation	72,800	41,096
Résultats rapportés à 100 de sucre.		
Sels de potasse et de soude	22,094	18,693
Sels de chaux	1,864	1,905
Substances organiques	43,726	42,163
Total	67,684	62,761

La solution saline, à 1040,9 de densité, donnait à la dessiccation un résidu de 8,547 p. 100, et présentait la composition suivante :

Sucre	2,083	pour 100.
Sels de potasse et de soude	2,663	—
Sels de chaux	0,081	—
Matières organiques	3,720	—
Eau	91,453	—
	100,000	—

Walkhoff admet que le traitement fait gagner 15 p. 100 de sucre et, d'après nos renseignements personnels, nous ne croyons pas que ce chiffre moyen soit de beaucoup dépassé, au moins pour un seul traitement.

La mélasse diluée est filtrée, concentrée et mise en cristallisation en bacs ; le produit est turbiné au bout de 25 ou 30 jours. L'égout peut être soumis une seconde fois au traitement, et rend encore 15 pour 100 de son poids, soit 9 kilogrammes de

sucre, ce qui fournit, pour 100 kilogrammes de mélasse, un rendement total de 25 kilogrammes de sucre. Walkhoff ne croit pas au succès de ce second traitement, et il regarde cette opération comme coûteuse et incertaine, à moins que l'on ne transforme les sels restants en chlorures, dont l'analyse se fait aisément ; mais ceci ne paraît être qu'hypothétique.

Au point de vue des frais, l'observateur allemand indique les dépenses suivantes comme ayant été évaluées à Courrières pour le travail de 1 000 kilogrammes de mélasse :

Combustible	12f 60
Parchemin	2 04
Noir	4 80
Défécation et clarification	10 80
Main-d'œuvre	2 40
Turbinage du sucre	2 04
Total	34 68

Walkhoff trouve que cette somme, fournissant 150 kilogrammes de sucre d'une nuance foncée, couvre à peine les droits de brevet, si l'on n'utilise pas les eaux salines d'exosmose, et si l'on tient compte de la valeur actuelle des mélasses. Il ajoute, du reste, que les données essentielles du brevet de M. Dubrunfaut étaient connues avant l'inventeur, sans toutefois qu'il lui conteste la propriété des dispositions très-ingénieuses de son appareil.

Observations. — Nous ne croyons pas trop nous avancer en disant que, à notre sens, le procédé de M. Dubrunfaut, bien que le plus remarquable et le plus réellement pratique de ceux qui ont été proposés, ne fournit pas des résultats assez avantageux pour que l'adoption en devienne générale. On doit plutôt le regarder comme un correctif utile de la mauvaise situation faite à la sucrerie par l'abondance des eaux-mères non cristallisables que comme une méthode définitive. En effet, si nous supposons 50 kilogrammes p. 100 de sucre dans une mélasse, en présence de 10 p. 100 de glucose et d'autant de sels, comme le glucose empêche la cristallisation de son poids de sucre, il paraît clair et démontré que les 40 kilogrammes de sucre restant devraient cristalliser en totalité, après un enlèvement suffisant des sels, puisque le glucose n'entraînerait que 10 kilo-

grammes. Or, si le procédé Dubrunfaut ne permet de recouvrer que 15 kilogrammes de sucre au moins, 25 kilogrammes au plus, soit en moyenne 20 kilogrammes, il reste encore 20 kilogrammes de sucre perdus pour la cristallisation. Nous avons constaté maintes fois, par des moyens analogues au procédé de M. Margueritte, que l'on peut retirer 35 kilogrammes de sucre de mélasses dites épuisées, et la seule raison qui empêche de choisir des procédés de cet ordre paraît être une simple raison d'économie apparente. Il n'est pas difficile de prévoir le moment où cette raison cessera de présenter une valeur; on peut même espérer que, dans un temps assez rapproché, il deviendra possible d'éliminer directement les sels alcalins, à l'aide d'une faible dépense, et alors, malgré tout, le procédé d'extraction par l'osmose ne presentera plus d'importance.

En attendant ce résultat, fort désirable à tous égards, on doit reconnaître que l'osmogène a rendu à la sucrerie des services incontestables, et que, malgré la tendance de Walkhoff à en amoindrir la portée, le procédé de M. Dubrunfaut aura sa place marquée dans l'histoire de l'industrie sucrière.

CHAPITRE II.

Alcoolisation et distillation des mélasses et des résidus sucrés.

Lorsque le fabricant de sucre a extrait de ses matières premières toute la proportion de sucre cristallisable qu'il peut atteindre par les procédés et les moyens dont il dispose, il se trouve encore en présence d'une quantité très-considérable de résidus qui renferment du sucre prismatique engagé et du sucre liquide incristallisable.

Il est placé souvent dans un dilemme infranchissable : il faut vendre ces résidus encombrants à bas prix, s'il trouve des acheteurs, ou bien, s'il ne veut pas les perdre, il doit les utiliser par lui-même. C'est ce dernier parti que nous lui conseillerons toujours, toutes les fois qu'il ne trouvera pas dans

la vente un bénéfice bien démontré, et cette circonstance est assez rare pour qu'on la révoque en doute, au moins en thèse générale.

Le seul mode possible d'utiliser les mélasses et les résidus sucrés consiste à en transformer le sucre en alcool par la fermentation, à retirer ou extraire cet alcool par la distillation, à le rectifier et le livrer au commerce. On a ainsi un produit de première valeur, coté sur tous les marchés, au lieu de résidus gênants, dont il est quelquefois difficile de se défaire, même à perte.

Nous comptons surtout les *mélasses* et les *bagasses* parmi les résidus dont nous parlons, puisque les pulpes trouvent leur utilisation directe, et une utilisation de premier ordre, dans leur envoi à l'étable pour la nourriture du bétail.

Les *mélasses* se divisent en deux groupes, selon qu'elles proviennent de la fabrication ou du raffinage.

Les premières sont de beaucoup les plus riches en sucre; mais comme elles renferment une proportion très-notable de sels alcalins et autres, qui s'opposent à leur épuisement, il est à peu près impossible au fabricant de les appauvrir plus qu'il ne le fait. Il lui faudrait pour cela disposer d'un procédé chimique, analogue au procédé par la baryte, qui lui permît de précipiter le sucre à l'état insoluble et de le reprendre ensuite, ce qui lui permettrait d'utiliser les sels restés dans la solution et le sucre incristallisable qui les accompagne, en même temps qu'il poursuivrait le sucre prismatique jusque dans ses derniers retranchements. Ce serait là l'idéal industriel, pourvu que le procédé fût économique; mais, malheureusement, il n'a pas encore été fait assez de recherches dans cette voie.

Il a été exposé, dans le chapitre précédent, un ensemble des meilleurs procédés proposés et, jusqu'à présent, la méthode de M. Dubrunfaut est la seule qui soit passée dans le domaine de l'industrie, malgré le mérite relatif de plusieurs autres indications.

Les mélasses de fabrication sont donc, le plus souvent, destinées à la fermentation, malgré leur teneur en sucre prismatique, dont elles renferment quelquefois plus de 60 pour 100.

Quant aux mélasses de raffineries, elles sont ordinairement plus pauvres; nous avons cependant trouvé des variations énormes dans leur teneur, et nous en avons analysé qui ren-

fermaient 48 à 50 pour 100 de sucre prismatique engagé, pendant que certains échantillons n'en contenaient que 27 pour 100[1].

Le raffineur peut épuiser et appauvrir ses mélasses en sucre prismatique, presque jusqu'à la dernière limite : il n'a presque pas de sels à redouter; les sels alcalins sont restés chez le fabricant; c'est tout au plus s'il lui en reste des traces qui se concentrent dans les résidus. Il peut se débarrasser du peu de sucrate de chaux interposé, et si sa fabrication est bonne, il ne doit produire qu'une très-faible quantité de sucre incristallisable. Il est loin pourtant d'en être toujours ainsi.

Les *recuites* produisent généralement beaucoup plus de sucre incristallisable qu'elles ne devraient le faire, par une conséquence forcée et rigoureuse de la négligence que l'on apporte à opérer la neutralisation des *sirops* et l'élimination des acides ou des sucrates.

ALCOOLISATION DES MÉLASSES.

Quoi qu'il en soit, le fabricant ou le raffineur qui songe à distiller ses mélasses ne doit pas s'y décider avant d'avoir étudié soigneusement la question. Il doit se rendre compte[1] :

1° Des prix de vente moyens de la mélasse qu'il s'agirait de traiter et des chances de variation;

2° Du produit que ces mélasses peuvent donner en alcool et, par conséquent, de leur valeur réelle et intrinsèque;

3° Des frais de premier établissement nécessaires pour établir une distillerie de mélasse, et des frais de fabrication entraînés par la production d'un hectolitre en moyenne;

4° De la situation des cours de l'alcool et de l'assiette réelle de ce produit.

S'il n'a pas étudié tout cela, au préalable, il commet une grave imprudence en établissant une distillerie à l'aventure. Nous sommes loin du temps où les alcools avaient atteint une valeur commerciale tellement exceptionnelle, qu'on aurait pu destiner le sucre à l'alambic, et il faut espérer, dans l'intérêt

1. Nous avons trouvé autrefois vingt-sept centièmes de sucre prismatique seulement dans un échantillon de mélasse de la raffinerie des Bons-Hommes (Passy, Seine), appartenant à MM. Périer et compagnie. Cette pauvreté des mélasses démontre le soin apporté à leur épuisement et, par suite probable, au reste de la fabrication.

général, qu'une semblable crise ne se reproduira pas de longtemps.

Nous donnons immédiatement quelques exemples de la manière dont le fabricant doit faire ses investigations et ses observations préparatoires avant de prendre une décision, afin que l'on ne puisse, dans aucun cas, invoquer de prétexte pour pallier une détermination imprudente.

Nous pouvons admettre, sans crainte d'erreur notable, que la mélasse de fabrication renferme environ 50 pour 100 de sucre cristallisable et 2 à 4 de sucre non cristallisable.

La mélasse de raffinerie contient, *en moyenne*, 44 du premier et 8 du second.

Les mélasses de raffinerie des sucres exotiques ne renferment guère que 36 de sucre cristallisable et 26 de glucose, tandis que les résidus de fabrication contiennent du sucre prismatique en saturation.

Il est bon de remarquer que ces chiffres n'ont rien d'absolu, car, nous le répétons, la valeur réelle des mélasses de raffinerie est fort variable; mais, pour les mélasses de fabrication, les nombres que nous donnons ci-dessus sont plutôt un peu faibles qu'exagérées.

M. E. Monier a donné des analyses de mélasses à 42° 5 B (1420 de densité) dont nous reproduisons les moyennes :

DÉSIGNATION.	SUCRE CRISTALLISABLE.	GLUCOSE.	CENDRES.
Mélasses de betteraves (sucreries)......	46,8	1,94	9,60
Mélasses de sucre exotique (raffineries).	35,29	27,60	3,01
Mélasses de sucre indigène (raffineries)..	43,80	7,24	9,60

Supposons un instant que nous avons à traiter les mélasses d'une fabrique de sucre de betterave qui traite annuellement 5 millions de kilogrammes de racines; le rendement de cette fabrique sera de 300,000 kilogrammes de sucre et 60,000 kilogrammes de mélasse, en moyenne.

Cette mélasse renferme :

Sucre cristallisable, 50 pour 100. . . . 30,000 kil.

Ce sucre, de la formule $C^{12}H^{9}O^{9}+2HO$, devra se transformer, pour l'alcoolisation, en sucre de fruits $C^{12}H^{9}O^{9}3HO$, en prenant un équivalent d'eau par l'acidulation, en sorte que son équivalent chimique 2137,5 deviendra $C^{12}H^{9}O^{9}3HO = 2250$... On aura donc :

$$2137.50 : 2250 :: 30000 : x = 31578 \text{ kilogrammes.}$$

En sorte que notre sucre prismatique représente, en sucre incristallisable de fruits, un chiffre de. . . . . . 31,578 kil.
Nous avons, dans notre mélasse, de ce même sucre, 4 pour 100, = ... 2,400

Ensemble. . . . . 33,978 kil.

Les mélasses varient beaucoup dans leur prix de vente; on les a vues descendre à 10 francs et au-dessous les 100 kilogrammes et, dans d'autres circonstances, selon la demande, elles ont dépassé 30 francs. Pendant fort longtemps, elles sont restées stationnaires à 14 ou 15 francs.

Si nous leur attribuons une valeur vénale moyenne de 15 francs, nos 60,000 kilogrammes représenteront une somme en recette de 9,000 francs, que nous compterons dans l'établissement du prix de revient de l'alcool.

Il nous reste à établir combien ce chiffre de 33,978 kilogrammes de sucre pourra produire, *pratiquement*, d'alcool commercial, à 90° centésimaux, à en établir le prix de revient et le prix de vente, afin de savoir si nous avons intérêt à transformer nous-mêmes notre mélasse en alcool.

On sait que, *théoriquement*, un équivalent de sucre de fruits donne, par la fermentation, deux équivalents d'alcool et quatre d'acide carbonique, selon la formule :

$$C^{12}H^{9}O^{9}+3HO = 2(C^{4}H^{4}2HO)+4CO^{2}.$$

En réalisant cette formule, on trouve que 2250 de sucre de fruits se dédoublent en 1150 d'alcool et 1100 d'acide carbonique, en sorte que ce sucre fournit, *théoriquement*, bien entendu, 51,11 d'alcool pour 100 parties, selon la relation :

$$2250 : 1150 :: 100 : x = 51,11.$$

Nous trouverons le produit *théorique* en alcool de nos

33,978 kilogrammes de sucre incristallisable, par la proportion :

$$2250 : 1150 :: 33,978 : x = 17,366 \text{ kilogrammes},$$

qui nous donne un chiffre de 17,366 kilogrammes d'alcool absolu. Il est reconnu que, dans la pratique, nous entendons la pratique soigneuse, éclairée, intelligente, on ne retire pas plus des 27/33 du chiffre théorique; nous abaisserons encore ce rendement, pour que nous ne puissions, en aucun cas, dépasser la certitude, et nous le compterons des 25/33 seulement. Nous aurons donc l'équation :

$$33 : 25 :: 17,366 : x = 13,156 \text{ kilogrammes},$$

qui nous détermine un chiffre de 13,156 kilogrammes d'alcool pour le rendement *pratique*, réel, de nos 60,000 kilogrammes de mélasse.... Pour passer de ce *chiffre-poids* au *chiffre-volume*, ce qui est indispensable à notre évaluation, il convient de nous rappeler que la densité de l'alcool absolu est de 802,10 à + 15° de température. En d'autres termes, un litre d'alcool absolu pèse 802gr,10, à la température moyenne de 15° centigrades. En divisant donc 13,156 kilogrammes par 802gr,10, nous connaîtrons le nombre de litres ou le chiffre-volume qui répond à ce chiffre-poids. L'exécution du calcul nous fait voir que les 13,156 kilogrammes d'alcool absolu répondent à 16,402 litres en chiffres ronds. Si nous augmentons ce nombre de un dixième, pour le ramener à l'état d'alcool commercial à 90°, sans tenir compte de la contraction, nous trouvons un volume définitif de 18,042l,2, ou 180 hectolitres 42 litres 2 d'alcool vendable, obtenu dans les conditions de la pratique moyenne, dont nous n'avons plus qu'à chercher le prix de revient. Les distillateurs de mélasse accusent un rendement de 25 litres d'alcool absolu pour 100 kilogrammes de matière première, c'est-à-dire que leur résultat serait inférieur de 1/10 à celui qui vient d'être indiqué, si leur donnée ne reposait sur des mélasses à 50 pour 100 de richesse en *tout sucre*, pendant que nous avons admis 51 pour 100.

Il sera exposé que, tous frais réunis, la fabrication d'un hectolitre d'alcool coûte 16f 84, en y comprenant les frais de rectification; nous trouvons donc pour ces frais un total de 3,038f 30.

En adoptant pour le prix moyen des alcools rectifiés bon goût, à 90°, la cote de 64 francs par hectolitre, qui est à peu près égale au cours actuel, et au-dessous de laquelle il n'est pas probable que l'on voie beaucoup descendre les prix, on trouve que les 180 hectolitres 42,2 produits représentent une valeur de 11,547f 00

A déduire les frais de fabrication 3,038 30

Reste. 8,508f 70

Il résulte de cette appréciation, que l'on peut prendre pour guide dans les questions de ce genre, que, si la mélasse avait été vendue au prix de 15 francs, elle aurait donné un produit net de 9,000 francs; tandis que, en la distillant, elle ne rapporte que 8,508f 70 c. On se trouverait donc en face d'une perte de 491f 30 c., dans les circonstances que nous venons de prendre pour base de nos calculs, et il ne serait pas avantageux de vouloir distiller ses mélasses, si l'on trouvait à les vendre.

Ajoutons, pour l'exactitude des appréciations, que la mélasse de fabrication est souvent plus riche que nous ne l'avons supposé, que le rendement pratique se rapproche davantage du chiffre théorique; enfin, que les cours de l'alcool peuvent seuls servir de base d'appréciation.

Avec la mélasse à 10 ou 12 francs et les alcools à 75 ou 80 francs, le fabricant de sucre devrait toujours distiller ses mélasses, et tout ceci démontre que la question de distillation des mélasses de fabrication est subordonnée aux conditions les plus diverses, et qu'il faut prêter la plus grande attention aux circonstances avant de prendre une décision.

Ce que nous venons d'exposer, relativement à la manière dont on doit appécier l'opportunité ou la non-opportunité de la distillation des mélasses de fabrication, s'applique évidemment aux mélasses de raffinerie, en tenant compte de leur valeur commerciale, comparée à leur teneur en sucre, aux frais de fabrication de l'alcool et à sa valeur vénale, tant en disponible qu'à terme.

Les mélasses exotiques ne sont pas dans la même condition que les mélasses de betterave : dans les colonies et les pays de production, elles n'atteignent qu'un prix insignifiant, et elles sont très-riches en principes sucrés; en revanche, les tafias sont fort recherchés et se vendent cher relativement, en

sorte qu'il y a tout intérêt à les alcooliser, au moins dans certaines contrées. Le genre de calcul dont nous venons de donner un exemple devra également servir de base aux planteurs coloniaux et aux fabricants de sucre de canne qui voudraient annexer à leurs établissements la distillerie de leurs mélasses et leur transformation en tafia.

Les données du problème à résoudre sont exactement les mêmes, sauf les chiffres, dont il est toujours facile de substituer la valeur réelle à la donnée hypothétique ou conventionnelle.

Nous avons supposé tout à l'heure la distillation des mélasses dans une fabrique où l'on traite 5,000,000 de kilogrammes de racines en cent vingt jours de fabrication; admettons également que le traitement des mélasses doit être terminé dans la même période, et cherchons quels seront les frais réels nécessités par cette opération et, par suite, les frais de fabrication d'un hectolitre d'alcool.

Etude des frais d'annexion d'une distillerie de mélasse à une fabrique de sucre traitant 5,000,000 *de kilogrammes de racines.*

1° Nous mettrons en première ligne l'appropriation d'un hangar ou d'un bâtiment quelconque à cet usage, et nous évaluerons les frais de cette appropriation à 4,000 francs au plus, ci.	4,000f »
2° Valeur d'un appareil distillatoire faisant en même temps la rectification, pour 40 à 50 hectolitres de vin en 12 heures.	6,000 »
3° Cinq cuves à fermentation, de 50 hectotitres de contenance, à raison de 350 francs l'une, ensemble.	1,750 »
Total.	11,750f »
Dont l'intérêt à 6 pour 100 est de.	705 »
Ce qui donne par jour, pour les cent vingt jours de travail.	5f 87

Ce n'est pas, après tout, comme on peut le voir par ce qui précède, une dépense bien considérable que celle qui serait nécessitée par l'annexion d'une petite distillerie à la fabrica-

tion, quand même on ne l'utiliserait que dans les circonstances les plus avantageuses...

Les frais de fabrication se composeront comme il est indiqué ci-dessous, en cotant au plus haut :

1° Intérêt à 6 pour 100 du capital, par jour.............	5f 87
2° Usure des appareils, réparations, entretien, etc., calculé à 4 pour 100 de la valeur sur 11,750 francs, par jour..	3 91
3° Un chef distillateur pour conduire le tout............	6 »
4° Un homme à la fermentation......................	4 »
5° Deux aides ou hommes de peine à 2 fr. 50 c.........	5 »
6° Évaluation de la vapeur employée qui représente l'utilisation de la vapeur perdue........................	mémoire.
7° Menus frais et accessoires........................	1 »
Total.................	25 78

Produit journalier, 1h, 53 revenant, par conséquent, à 16f84 l'hectolitre non logé, comme frais de fabrication.

Il est vrai que, dans les règles ordinaires de la comptabilité, nous aurions dû faire entrer la valeur de la mélasse; mais notre but était bien plutôt de poser les conditions des frais de fabrication que d'étudier le prix de revient de l'alcool. La question pour le fabricant de sucre se pose ainsi :

« J'ai de la mélasse que je puis vendre *tant*...

« Elle contient tant de sucre et peut me donner *tant* d'alcool, moyennant 16f84 de frais par hectolitre.

« Ce produit en alcool sera vendu *tant;* la différence entre le prix de cette vente, frais déduits, et le chiffre que j'aurais pu obtenir de mes mélasses, constitue toute la partie importante de la question, puisqu'elle représente le bénéfice ou la perte, puisque la solution de cette question me doit décider seule à distiller ou à ne pas le faire. »

S'il en est ainsi, et personne ne peut songer à le contester, la chose la plus importante qu'il faille faire avant tout, c'est l'essai des mélasses au point de vue alcool. Voici le meilleur mode pratique à suivre.

Essai des mélasses à alcooliser. — Il est bien évident que les procédés de la saccharimétrie pourraient donner le chiffre exact du sucre prismatique renfermé dans les mélasses, que les données saccharimétriques pourraient être facilement ramenées à la formule unique du sucre fermentescible par excel-

lence $C^{12}H^{9}O^{9}.3HO$, et que le calcul, comme nous l'avons fait tout à l'heure, ferait connaître la proportion théorique d'alcool correspondante au chiffre du sucre. La règle expérimentale, déduite d'observations nombreuses, donnerait le produit pratique en alcool, puisque ce produit est au produit théorique comme 27 : 33; mais comme il s'agit ici de distillation, d'un fait brutalement matériel, il nous semble qu'il est plus logique de procéder à un essai direct.

Par cet essai, nous connaîtrons immédiatement le rendement pratique vrai en alcool, sauf le chapitre des accidents, bien entendu, et nos calculs se trouveront simplifiés de beaucoup et rendus plus certains.

Voici donc ce qu'il convient de faire.

On prend 1 kilogramme de mélasse que l'on fait dissoudre dans l'eau chaude, de manière à ramener la densité à 5° ou 6° au pèse-sirops. La liqueur est placée dans un vase en grès, plus profond que large, dont la capacité est d'un cinquième ou d'un quart plus considérable que le volume du liquide, dont on prend note. On y ajoute alors, très-graduellement et en agitant, un peu d'acide sulfurique étendu, jusqu'à ce que la liqueur fasse passer le papier bleu de tournesol au rouge vineux ou violacé; puis, le liquide étant descendu à + 30° de température, on y délaye 15 à 20 grammes de bonne levûre de bière pressée, nouvelle; on couvre le vase et on le met dans un lieu tranquille, où la température reste constante entre +20° et + 25° de température.

Le lendemain on vérifie l'essai, et si la mousse produite par la fermentation est trop considérable, si elle menace de déborder, on verse dans la liqueur une demi-cuillerée à café d'huile d'olive ou de toute autre huile fixe, légère et inodore. On recouvre le tout et on l'abandonne à la fermentation, qui se continue.

L'addition du corps gras pour faire tomber l'excès de mousse n'exige pas d'explication pour les fabricants de sucre, qui savent parfaitement à quoi s'en tenir sur ce phénomène mais ce moyen doit être employé très-modérément dans le cas dont il s'agit, les matières grasses pouvant nuire à la régularité du travail.

Lorsque la fermentation est terminée, ce qui est annoncé par la chute de la mousse, par la cessation du dégagement d'acide carbonique, par la faible densité du liquide, qui ne marque plus que 1° 5 à 2° B. pour les mélasses de fabrication

et 1° à 1° 5 pour celles de raffinerie, on procède à la vérification de la valeur alcoolique de la liqueur.

Cette vérification faite, il suffira d'une simple règle de proportion pour connaître le produit à retirer de 100 kilogrammes de la mélasse essayée. Si, en effet, on trouve qu'un kilogramme fournit un litre de liqueur alcoolique à 0,40 par exemple, un peu de réflexion suffira pour faire voir que 100 kilogrammes en produiront un hectolitre au même degré. Or, 100 litres à 40° centésimaux représentent 40 litres à 100° ou 44 litres à 90°, ce qui est le titre commercial. La relation :

$$44 : 100 :: 100 : x = 227^k,272$$

nous apprendra que l'hectolitre de trois-six, à 90°, exigera la mise en fermentation de 227k,272 de la mélasse essayée, en sorte que nous pourrons connaître immédiatement la quotité du produit que nous avons à attendre pour la campagne, si nous connaissons, d'ailleurs, le chiffre habituel moyen de notre produit mélasse.

Appréciation de la valeur alcoolique d'un liquide. — Il va de soi que le seul moyen sérieux d'apprécier la richesse alcoolique d'une liqueur consiste dans une *distillation d'essai*. Divers instruments ont été créés dans ce but et, sans nous arrêter à en faire l'historique, nous citerons seulement les *alambics* de J. Salleron et de Gay-Lussac.

L'appareil d'essai des vins de M. J. Salleron est très-recommandable, à raison de sa simplicité et de la modicité de son prix, et nous en avons expliqué l'usage dans nos ouvrages relatifs à l'alcoolisation. Mais nous croyons être utile à nos lecteurs en indiquant brièvement la construction et l'emploi de ce petit appareil indiqué par la figure 62.

« Il se compose d'une *lampe à alcool*, d'une petite *chaudière*, communiquant avec un petit *serpentin*, placé dans son *réfrigérent*, supporté par trois pieds en cuivre ; une *éprouvette* divisée ou *graduée* sert à mesurer le liquide à distiller et à le recevoir ensuite au sortir du serpentin.

« Quand il s'agit d'essayer un mélange alcoolique, on mesure la liqueur dans l'éprouvette, et on la verse dans la petite chaudière, à laquelle on adapte le tube en étain qui communique avec le serpentin. On allume alors la lampe à alcool sous

la chaudière, après avoir rempli le réfrigérant d'eau froide. Quand on a obtenu le tiers ou la moitié du liquide, selon sa richesse, on note le degré de température du produit, et son

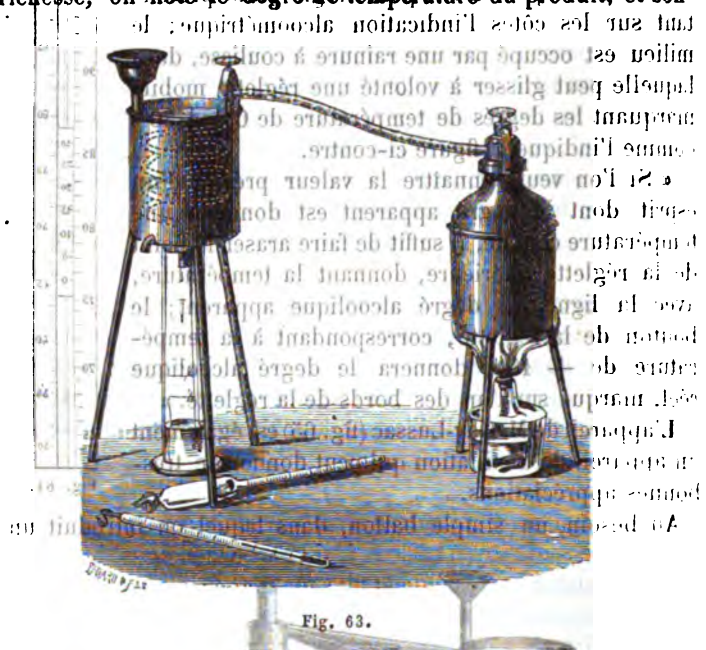


Fig. 63.

degré alcoolique ou de densité à l'aide d'un petit *thermomètre* et d'un *alcoomètre* disposés à cet effet dans la boîte de l'appareil : on trouve, à l'aide de ces données, le degré réel de force alcoolique en consultant une table de réduction.

Cet instrument nous paraît le plus utile et le plus convenable de tous ceux que l'on a préconisés jusqu'aujourd'hui, et M. Salleron, par divers perfectionnements de détail, en a fait un véritable appareil de précision.

Quant à la correction nécessitée par la différence de température indiquée par le thermomètre, on sait que les indications de l'alcoomètre centésimal ne sont précises qu'à + 15°. Il est donc nécessaire d'avoir recours à une table de correction pour apprécier les valeurs alcooliques relatives aux températures supérieures ou inférieures à ce point. M. J. Salleron a encore obvié à l'ennui des recherches et calculs de ce genre en établissant un petit instrument (fig. 64), destiné à donner à la

pratique le degré exact de la force alcoolique d'une eau-de-vie ou d'un esprit.

« Il se compose d'une petite règle plate présentant sur les côtés l'indication alcoométrique; le milieu est occupé par une rainure à coulisse, dans laquelle peut glisser à volonté une réglette mobile marquant les degrés de température de 0° à + 30°, comme l'indique la figure ci-contre.

« Si l'on veut connaître la valeur précise d'un esprit dont le degré apparent est donné à une température connue, il suffit de faire araser le point de la réglette intérieure, donnant la température, avec la ligne du degré alcoolique apparent; le bouton de la réglette, correspondant à la température de + 15°, donnera le degré alcoolique réel, marqué sur l'un des bords de la réglette. »

Fig. 64.

L'appareil de M. Gay-Lussac (fig. 65) est également un appareil de distillation qui peut donner de très-bonnes appréciations.

Au besoin, un simple ballon, dans lequel on introduit un



Fig. 65.

volume connu du liquide fermenté, que l'on fait communiquer avec un petit serpentin, ou un manchon de Liebig, ou un ré-

frigérant quelconque, chauffé par une lampe ou un petit fourneau, peut servir à remplacer tous les appareils possibles. Ainsi, la disposition de la figure 66 peut être très-bien em-

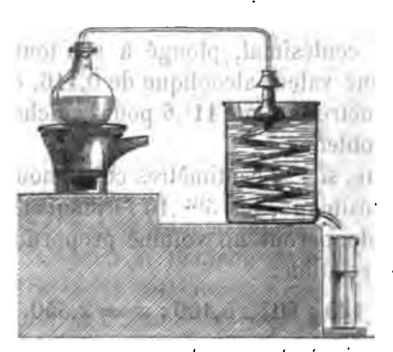


Fig. 66.

ployée par toute personne qui ne serait pas entièrement étrangère aux réactions les plus simples de la chimie pratique. Le liquide produit serait reçu dans une éprouvette graduée ou tout autre récipient; mais, dans tous les cas, on en prendrait la mesure exacte, après épuisement de la liqueur. Cet épuisement peut être considéré comme absolu, lorsqu'on a fait passer dans le récipient le tiers du volume introduit dans le ballon, si la liqueur primitive ne contenait pas plus de 20 pour 100 de sucre. Si la richesse était supérieure, il faudrait, pour plus grande sûreté, distiller jusqu'à ce qu'on eût obtenu la moitié du volume.

Prenons maintenant des chiffres pour asseoir plus nettement les idées au sujet de cet essai.

Supposons que notre essai sur une mélasse donnée a été fait sur un volume de 5^{lit},25 à 9° B, notre fermentation terminée, et qu'il ne nous reste plus que 5^{lit},10 à raison des pertes causées par l'évaporation, par l'entraînement mécanique opéré dans le dégagement de l'acide carbonique...

Nous introduisons dans le bouilleur de l'apareil d'essai un volume de ce liquide fermenté, que nous supposerons égal à 120 centimètres cubes. L'appareil est bien bouché, puis nous chauffons progressivement, afin d'éviter la mousse. La distillation se produit, et nous recueillons 60 centimètres cubes de produit dans une éprouvette graduée, assez étroite pour que

le thermomètre et l'alcoomètre puissent y donner leurs indications.

Supposons que la température du liquide $= + 15°$ centigrades...

L'alcoomètre centésimal, plongé à son tour dans l'éprouvette, accuse une valeur alcoolique de 0,116, ou, en d'autres termes, l'alcoomètre indique 11°,6 pour la richesse des 60 centimètres cubes obtenus.

Il est clair que, si 120 centimètres cubes nous en ont fourni 60 à 11°,6 centésimaux, les 5lit.,10 formant le total de notre vinasse, nous donneront un volume proportionnel au même degré, selon la relation :

$$120 : 60 :: 5{,}100 : x = 2{,}550.$$

Ainsi, notre kilogramme de mélasse nous produira 2lit,55 de phlegmes à 11°,5, c'est-à-dire renfermant 0,115 de leur volume d'alcool absolu, ou bien 2,55 × 0,115 = 0lit,293c.c.,25 d'alcool anhydre, représentant 0lit,322c.c.,575 d'alcool commercial à 90° centésimaux.

Nous aurons toutes les données qui nous manquent en recherchant : 1° combien 100 kilogrammes de mélasse nous produiront d'alcool commercial ; et 2° combien il nous faudra de kilogrammes de la mélasse essayée pour produire un hectolitre de cet alcool.

$$1 : 0.322575 :: 100 : x = 32^{l},2575.$$

En sorte que 100 kilogrammes de cette mélasse fourniront 32l,2575 d'alcool à 90°. Ce résultat sera rigoureusement *pratique* manufacturièrement, puisque nous l'avons obtenu par les mêmes opérations que celles que l'on exécute en industrie.

La réponse à la seconde question sera donnée par l'inconnue de la proportion :

$$0.322575 : 1 :: 100 : x = 310 \text{ kilogrammes}.$$

Nous saurons ainsi que, pour la fabrication de 1 hectolitre d'alcool commercial, il nous faudra employer 310 kilogrammes de notre mélasse.

De ces données, nous pouvons déduire immédiatement le prix de revient, le résultat possible en perte ou en bénéfice et, nous éclairer complétement et pratiquement sur ce que nous avons à faire :

1° Notre matière première cotée à 45 francs les 100 kilogrammes, par hypothèse, les 340 kilogrammes représentent une valeur de	46 50
2° Les frais de fabrication et de rectification qui ont été trouvés de 16 fr. 84, chiffre net dans notre situation, bien que trop élevé, en moyenne, ci	16 84
Ensemble	63 34

Cette somme de 63,34 représente le prix de revient net de 1 hectolitre d'alcool *non logé;* en comptant 5 francs pour le logement, nous arrivons au chiffre de 68 fr. 34. Au cours de 64 francs, nous avons une perte nette de 4 fr. 54 par hectolitre, et nous ne devons pas songer à distiller dans ces conditions.

Il est de toute évidence que, à des cours plus élevés, nous devrions obtenir des résultats meilleurs; mais les simples calculs que nous venons de faire nous mettent à même de faire distiller ou d'arrêter immédiatement cette opération selon les circonstances.

Les principes sur lesquels ils reposent étant applicables à tous les cas où l'on veut distiller des liquides plus ou moins riches, ils devront être exécutés par les fabricants ou les raffineurs qui voudraient soumettre à la distillation leurs mélasses de fabrication ou de raffinage, quelle que soit la plante qui leur serve de matière première.

Étudions maintenant les détails industriels de la marche à suivre dans l'application manufacturière, lorsqu'on a reconnu qu'elle est praticable avantageusement.

La transformation des mélasses comprend deux phases principales: la *fermentation* et la *distillation*, suivies de la *rectification* en cas de besoin. Nous allons examiner les faits qui y sont relatifs, en prenant pour point de départ les quantités qui nous ont déjà servi de bases d'appréciation.

Mise en fermentation. — Nous pouvons établir dès l'origine une distinction importante, selon que les mélasses proviennent de la canne ou de la betterave, ou plutôt, selon qu'elles sont acides ou alcalines. Nous savons, en effet, que le sucre essentiellement fermentescible, apte à se dédoubler exactement en

alcool et acide carbonique, est le trihydrate de saccharigène, ou sucre de fruits, $C^{12}H^{9}O^{9},3HO$; nous savons encore que le bihydrate, ou sucre prismatique, ne fermente alcooliquement qu'en passant à l'état de trihydrate, par l'acquisition d'*un équivalent d'eau*.

Or, le sucre prismatique passe très-rapidement à cet état d'hydratation par diverses réactions, dont la plus commode et la plus sûre consiste dans l'action d'un acide minéral étendu, à chaud principalement. Certains acides végétaux jouissent de la même propriété.

Il résulte de ceci que les sucres, renfermés dans les mélasses exotiques acides, sont placés, par le fait seul de leur acidité, dans les conditions favorables à leur transformation, sans qu'il soit nécessaire de leur faire subir aucun traitement préparatoire, sauf, peut-être, dans un but qui sera signalé tout à l'heure.

Tout au contraire, les sucres alcalins, exotiques ou indigènes, ont besoin d'être soumis à l'*acidulation*, qui procure un double résultat : 1° elle transforme le sucre prismatique en trihydrate de saccharigène, immédiatement fermentescible; 2° l'acide se combine aux bases des sucrates, forme avec elles des sels, sans action sur la fermentation, ou n'ayant qu'une action insignifiante, quand elle n'est pas avantageuse; 3° le sucre de ces sucrates est mis en liberté, et il apporte son contingent de produit.

L'emploi de l'acide sulfurique dans le traitement des mélasses offre encore un autre avantage, sur lequel nous appellerons l'attention du lecteur : il s'oppose à une dégénérescence fréquente du sucre, que nous avons désignée sous le nom de *dégénérescence visqueuse* ou *glaireuse*, et qui est due principalement à la présence des alcalis. Il importe donc extrêmement de neutraliser les bases qui se rencontrent dans la matière et, quelle que soit la provenance de la mélasse employée, une acidulation convenablement proportionnée ne peut que donner des avantages notables.

Quelques mots sur la *fermentation* feront saisir l'ensemble des phénomènes de cet acte remarquable, et permettront de le diriger dans ses phases les plus habituelles.

La *fermentation* est un acte tellement répandu, que l'on pourrait presque le regarder comme universel; il consiste dans l'*ac-*

tion exercée par le ferment sur les substances hydrocarbonées; cette action est complétement physiologique, bien que les résultats chimiques en soient extrêmement variables, en raison des conditions de température, de milieu, etc.

Il n'y a qu'un seul *ferment* proprement dit et, quelle que soit l'origine du ferment, il est toujours identique, dans son action, dans son essence, dans ses fonctions, pourvu qu'il soit débarrassé des corps étrangers.

Le ferment n'est autre chose que la *cellule azotée simple*, désagrégée, isolée de tout ce qui pourrait entraver son action. Que cette cellule provienne de l'orge, du seigle, de l'avoine, du raisin, de la canne à sucre, du sorgho ou de la betterave, il suffit qu'elle soit, dans son essence, une cellule azotée, primordiale, désagrégée, pour que, aussitôt qu'elle est séparée des principes avec lesquels elle se trouvait, dans lesquels elle a pris naissance, si elle trouve un milieu convenable, elle vive d'une vie individuelle...

C'est que, en effet, la cellule azotée dont nous parlons, le ferment, est un être vivant, élémentaire, un être complet, d'autant plus parfait, selon nous, au point de vue physiologique, que ses fonctions nécessaires s'exercent avec moins de rouages.

Un être vivant est ce qui naît, se nourrit, s'accroît, se reproduit et meurt... La cellule ferment fait tout cela.

Son origine normale, primitive, se trouve dans l'organisation végétale. Si, en effet, nous portons l'investigation anatomique dans les tissus végétaux, si nous nous aidons des secours de la microscopie, nous pourrons aisément reconnaître, grâce à la chimie, qui nous prêtera aussi son concours, nous pourrons reconnaître dans le tissu cellulaire, dans les cellules mêmes des plantes, dans les méats intercellulaires, dans les intervalles qui séparent les vaisseaux des autres tissus, en un mot, presque dans tous les points des plantes, seuls ou accompagnés d'autres principes, liquides ou solides, plus ou moins abondants, de petits globules azotés (fig. 67), dont la petitesse étonne l'imagination, et qui ne sont autre chose que du ferment complet, entier, parfait.

Dans cette condition, le ferment, comme tous les autres principes du végétal, participe à la vie commune de la plante, à laquelle son existence individuelle est subordonnée pendant

son état de claustration. Il a pris naissance dans le végétal, par une suite naturelle, normale et régulière, du mouvement vital qui a commencé avec la germination; la reproduction de ces globules n'est rien de plus qu'un fait de multiplication,



Fig. 67.

analogue à celui que nous constatons dans les fermentations artificielles; mais ces considérations sortent de notre but et nous les abandonnons, en conseillant au lecteur qui voudrait approfondir ces questions l'étude des travaux spéciaux sur la matière.

Outre ce ferment, existant à l'état complet dans tous les végétaux, dans toutes leurs parties, tout créé et tout constitué dans les actes de la vie, il existe encore des substances considérées à tort comme des ferments, et que l'on nomme les substances albuminoïdes,

Ces matières analogues à l'albumine du sang, des plantes, de l'œuf, le gluten, l'albumine et beaucoup d'autres analogues, ne sont pas du ferment, mais elles sont au ferment ce que la nourriture spéciale est à tous les êtres vivants.

Une nourriture azotée est indispensable à un être essentiellement azoté.

Toutes les fois qu'un globule de ferment se trouve dans un milieu, dans un liquide, par exemple, renfermant des matières albuminoïdes, nutritives pour lui, accompagnées de substances excitantes, toutes dans une condition de dissolution ou assimilables, ce globule s'accroît et se reproduit, aux dépens de cette substance albuminoïde.

L'essence du ferment est donc d'être un globule, c'est-à-dire une cellule creuse, azotée, susceptible d'accroissement par la

nutrition, apte à se reproduire et dont l'activité fonctionnelle détermine un certain nombre de phénomènes accessoires que l'on a souvent confondus avec leur cause.

Le ferment complet, bien différent des matières plastiques qui servent à le nourrir, à le reproduire, affecte une forme ovoïde un peu allongée (fig. 68) lorsqu'il a atteint tout son développement; mais on le rencontre très-souvent dans les tissus végétaux, à un état beaucoup moins avancé de croissance, et présentant une forme sphérique presque parfaite.

Fig. 68.

Ces cellules, plus jeunes, sont douées d'une activité physiologique prodigieuse, qui ne se calme que lorsqu'elles ont atteint toute leur croissance.

Ce fait peut se remarquer à peu près chez tous les êtres vivants, dont les plus grands besoins répondent à l'époque ou à la période de l'accroissement.

C'est à cette différence de forme, mal observée, à cette extrême activité, que certains observateurs ont dû de commettre une erreur flagrante qu'ils auraient pu facilement éviter, en ne se contentant pas d'un premier examen superficiel. C'est ainsi que le ferment de la canne à sucre a même reçu un nom particulier, par cette manie de nomenclature qui se glisse partout et qu'on l'a désigné par l'appellation de *ferment globulaire*, quoiqu'il devienne ovoïde, lorsque son accroissement est complet.

C'est ce jeune ferment, à l'état globulaire, que l'on rencontre tout formé dans les tissus végétaux, dans toutes les plantes, sans qu'il y en ait une seule qui n'en présente pas une proportion notable, suffisante pour l'accomplissement du grand but naturel, qui est la désagrégation, la simplification, la dissolution des matières organiques, lors de la mort de l'agrégat dont elles font partie.

Lorsque le ferment est mis en contact avec une substance hydrocarbonée dissoute dans l'eau et que la dissolution renferme une matière albuminoïde, il absorbe une certaine quantité de la dissolution, dont sa cavité intérieure se remplit; le travail de transformation ou de digestion s'opère comme dans les animaux cellulaires ou kystiformes; la matière hydrocarbonée est décomposée et fournit des produits plus simples, plus solubles ou plus volatils, tandis qu'une portion de la matière albuminoïde est employée à l'accroissement de l'individu.

Il y a bien ici les deux phénomènes de toute nutrition : l'ingestion et l'assimilation.

Cet accroissement a cependant un terme.

Lorsqu'il est arrivé à sa limite, on voit apparaître, sur un point latéral, une sorte de gonflement herniaire, qui augmente progressivement, et finit par former une cellule close, en tout semblable à la première. La nouvelle cellule se reproduit de la même manière, pendant que la première continue à se reproduire sur un autre point de la périphérie. Cette multiplication a lieu pendant tout le temps que le milieu renferme à la fois des substances hydrocarbonées et des matières albuminoïdes, pourvu toutefois que les produits dérivés des matières hydrocarbonées ne deviennent pas assez abondants pour frapper le ferment d'impuissance, le tuer, ou en arrêter l'action physiologique. Les phases de la reproduction des cellules ferment sont représentées par la figure 69.

Fig. 69.

Lorsque, par suite de l'épuisement des matières excitantes

du milieu, ou par l'excès de produits nuisibles à la vitalité du ferment, les fonctions de celui-ci sont arrêtées ou suspendues, il se produit une succession de phénomènes secondaires que nous n'examinerons pas ici, mais qui se terminent toujours par la mort du ferment, par sa décomposition en produits ammoniacaux et putrides et, pour partie, par son organisation en végétaux microscopiques du groupe connu sous le nom de *moisissures*.

Si nous appliquons maintenant les données qui précèdent aux matières sucrées mises en présence du ferment, nous verrons que le ferment, dans des conditions normales de vitalité, en présence de l'eau et de l'air, à une température moyenne de +20° à +25°, décompose le sucre en alcool et acide carbonique; que cette décomposition a lieu jusqu'à ce que le liquide renferme de 18 à 20 pour 100 d'alcool; que, à ce point, la proportion d'alcool est nuisible au ferment dont il détruit ou suspend la vitalité; que, s'il y a des matières albuminoïdes en présence, on peut recueillir plus de ferment qu'on n'en a ajouté.

Nous constaterons également qu'à une température de +35° à +40° il se produit beaucoup d'acide acétique, aux dépens de l'alcool formé.

Enfin nous pourrons nous rendre compte de ce fait capital, c'est qu'il suffit de modifier le milieu, pour que les produits du même ferment, aux dépens du sucre, deviennent tout à fait différents.

Ainsi, que, dans la liqueur sucrée, on introduise des matières grasses et des alcalis, que l'on soit en présence d'un sucrate alcalin ou calcique, etc., le sucre ne donnera plus qu'une proportion insignifiante d'alcool, et son dédoublement ne produira plus que de l'acide lactique d'abord, de l'acide butyrique ensuite, et cela, parce que la présence des alcalis affaiblit le ferment en attaquant la substance même des parois des globules, qui tendent à être dissoutes à la longue par les liqueurs à réaction alcaline.

Nous verrons que la matière glaireuse est très-souvent produite dans les mêmes conditions, lorsque le sucrate alcalin ou calcique est remplacé par un acétate de la même base, etc.

Ces observations nous conduisent à la nécessité de neutraliser, par un acide suffisamment énergique, les bases de la pre-

mière classe métallique, à décomposer même certains de leurs sels, avant d'introduire le ferment dans les liqueurs qui les contiennent en mélange avec la matière sucrée que l'on veut traiter.

C'est la levûre de bière, connue de tout le monde, que l'on prend pour ferment type.

Il y a là une erreur d'appréciation.

La levûre de bière ne vaut ni mieux ni moins que le ferment de toute autre origine; car en réalité, l'activité ou la valeur du ferment ne dépend nullement de la plante dont il provient, mais de sa jeunesse, de sa pureté et de sa séparation plus ou moins complète des impuretés, des matières grasses ou autres qui l'accompagnent et le salissent.

La vérité est que la fabrication de la bière fournissant, comme résidu, une proportion notable de ferment assez facile à recueillir, c'est à cette commodité qu'il faut attribuer l'usage général de ce ferment. La preuve en est aisée à donner, même en pratique, car on estime la levûre de Hollande au-dessus de celle de bière, et elle provient d'un mélange de seigle et d'orge, tandis que celle de bière ne vient que de l'orge.

La vraie cause de l'activité plus grande de la levûre de Hollande dépend de ce qu'elle a été produite par une fermentation moins complète, que cette levûre contient plus de jeunes cellules, bien que, dans la réalité, elle renferme de 15 à 25 pour 100 de matières étrangères, telles que de la fécule, des débris de cellulose, de gluten, etc.

En principe et en fait, le ferment de toute provenance, bien lavé et débarrassé des impuretés, offre à très-peu près la même valeur en alcoolisation.

Voici comment il importe de diriger l'opération industrielle, dans laquelle on se propose d'utiliser l'action du ferment pour transformer en alcool le sucre renfermé dans les mélasses.

Nous savons que nous avons affaire à 60,000 kilogrammes de mélasse pour cent vingt jours de fabrication, ce qui nous donne par jour une moyenne de 500 kilogrammes. Cette quantité, étendue de sept fois son poids d'eau, nous fournira une solution à 6° ou 7° B., dont le volume sera de 42 à 45 hectolitres qui seront introduits dans une cuve à fermentation.

Nous conseillons d'étendre la mélasse jusqu'à ce faible degré de densité, parce que, dans cette circonstance, la destruction

du sucre est beaucoup plus prompte, qu'elle se fait en soixante ou soixante-douze heures, et que l'économie du temps est ici ce que l'on doit rechercher avant tout.

Voici comment on procède.

On fait arriver dans la cuve les 500 kilogrammes de mélasse, puis 1,000 à 1,200 litres d'eau chaude, portée à + 70° ou + 80° centigrades. Un ouvrier agite avec soin le mélange avec un rable jusqu'à ce que la mélasse soit bien dissoute et il fait arriver ensuite, en continuant d'agiter la masse, la quantité d'eau froide nécessaire pour compléter le volume.

Cette addition d'eau froide a fait tomber le mélange à + 28° ou + 30° centigrades de température. On ajoute alors l'acide sulfurique étendu d'eau (1 d'acide, 8 d'eau) progressivement en agitant avec le rable.

Comme l'alcalinité des mélasses est très-variable, on comprend que nous ne puissions donner de chiffre fixe à cet égard. On doit donner à la liqueur une très-légère acidité, telle que le papier bleu de tournesol ne passe qu'au rouge violacé. La quantité varie, en pratique ordinaire, de 500 grammes à 1,000 grammes par 100 kilogrammes de mélasse, soit, dans le cas présent, 1k,250 à 5 kilogrammes par cuve.

L'acidulation étant terminée, on procède à l'introduction du ferment. La proportion utile étant de 1k,500 de levûre pressée par 100 kilogrammes de mélasse, elle nous donne 7k,500 par cuve. Cette quantité est d'abord délayée dans une vingtaine de litres du liquide avec tout le soin possible, puis versée dans la cuve, où elle est bien mélangée par l'action du rable. Cela fait, on couvre la cuve.

Le lendemain, on prépare une autre cuve de la même manière avec 500 kilogrammes de mélasse, comme il vient d'être dit. On agit de même le troisième jour, puis le quatrième. Mais le quatrième jour on peut *distiller* la liqueur de la première cuve, qui sera nettoyée à fond aussitôt la vidange, pour être remplie le lendemain. Le cinquième jour, on remplit donc, pour une nouvelle fermentation, la cuve du premier jour, dont le contenu a été distillé la veille; on distille la vinasse de la cuve préparée le second jour et ainsi de suite, de manière à laisser les liqueurs trois jours pleins en fermentation.

Marche de la fermentation. — Aussitôt que le ferment est introduit dans la liqueur sucrée, les globules absorbent du liquide par un phénomène de véritable imbibition, et il se passe un certain temps avant que l'on puisse rien apercevoir de bien apparent. Mais aussitôt que les globules les plus actifs *ont terminé leur digestion*, à mesure que le sucre est changé en acide carbonique et alcool, ils montent à la surface du liquide en se vidant par contraction de ces deux produits, l'un gazeux, l'autre liquide. Le premier s'échappe en bulles pressées, le second se dissout dans la liqueur.

Les globules vides redescendent à travers la masse pour achever de se vider de l'alcool et se remplir de nouveau, et continuer indéfiniment, jusqu'à la destruction du sucre, ces mouvements alternatifs d'ascension et de descente, en sorte que bientôt le dégagement de l'acide carbonique donne lieu à une sorte d'ébullition plus ou moins violente.

La mousse produite par l'acide carbonique retient à la surface une certaine quantité de globules, ce qui forme une sorte de *chapeau* grisâtre à la surface.

Lorsque le sucre est décomposé, le mouvement s'arrête, la mousse disparaît et le chapeau s'affaisse. La liqueur ne pèse plus que 1° à 1°,5 B. dans les conditions où nous supposons que l'on s'est placé[1], et l'on peut constater la cessation du dégagement d'acide carbonique.

La liqueur, après un repos suffisant pour que l'action soit bien complète, peut être envoyée à la machine distillatoire. Il importe même de ne pas retarder l'extraction de l'alcool, surtout si la température dépasse 25° de température, afin d'éviter les pertes par acétification.

Accidents de la fermentation. Moyens d'y remédier. — Lorsque la fermentation est tumultueuse et que le liquide déborde, on peut être exposé à des pertes assez notables. On doit prévenir cet accident en ne remplissant les cuves qu'aux trois quarts ou aux quatre cinquièmes tout au plus et en n'exagérant pas la température, qui ne doit pas dépasser + 25° centigrades.

Un accident plus à craindre, parce qu'il constitue une perte

1. Avec des moûts préparés à 6° ou 7° B.

sèche sans remède, c'est la production de l'acide acétique. Cette production n'a lieu qu'à une température trop élevée, avec le contact de l'air, sur de larges surfaces. Ce qui se produit d'acide acétique dans les autres circonstances est insignifiant et l'on ne peut guère s'y opposer.

Des cuves sales, grasses, mal débarrassées du ferment alcalin, des acétates surtout, donnent lieu à la formation d'acide lactique et de matière glaireuse. C'est la production de cette dégénérescence qui est le plus à redouter pour les distillateurs de mélasses. En indiquer les causes, c'est en faire voir le remède.

Enfin, un accident de la fermentation fort redoutable, non pour les produits, mais pour les ouvriers, est dû à la formation d'une masse énorme d'acide carbonique, dont les effets délétères peuvent causer la mort ou tout au moins des indispositions très-sérieuses. On voit tous les ans de terribles exemples dans les brasseries, les distilleries, les cuveries de vendange, et ces exemples ne corrigent guère les imprudents.

Il faut donc ne jamais s'en rapporter aux ouvriers sur les précautions hygiéniques à prendre dans cette circonstance et les cas analogues. Une bonne ventilation sera établie dans la salle de fermentation, et cette ventilation sera basée sur ce principe, que, l'acide carbonique étant beaucoup plus dense que l'air atmosphérique, il se répand avec abondance dans l'espace le plus rapproché du sol. Les ouvertures de ventilation seront donc disposées à peu près au niveau de la ligne de sol, de manière à déterminer une ventilation automatique. Ce sera le seul moyen de se garantir contre les négligences.

Il peut se faire encore que certaines fermentations soient lentes, *paresseuses*, et que l'on veuille se prémunir contre les pertes de diverse nature qui peuvent en résulter, et dont la principale est celle du temps, avec laquelle on ne compte pas assez dans les usines mal dirigées.

Parmi les substances qui activent le plus économiquement la fermentation, on doit compter l'infusion d'écorce de chêne, la dissolution de sulfate de soude et quelques autres agents, que l'on peut ajouter à la liqueur sucrée dans les proportions convenables. Mais, en général, la paresse des fermentations vient le plus souvent d'un refroidissement de la masse auquel

il faut obvier le plus rapidement possible, ce qu'il est très-facile de faire à l'aide d'une injection de vapeur[1].

Lorsque la fermentation est terminée, il convient d'extraire l'alcool de la vinasse; c'est là le but de la *distillation*. On doit tout disposer pour distiller deux cuves par jour et mettre la même quantité en fermentation nouvelle.

La *distillation* est une opération chimique, très-simple sous le rapport de son exécution pratique, assez compliquée sous le rapport des principes qui la dirigent. Nous allons chercher à en donner une idée précise, certain qu'alors la question d'appareils, d'outillage, sera bientôt réduite à sa juste valeur.

Si nous en croyons, en effet, les constructeurs d'appareils, il n'en existe de bons que ceux qui sortent de leur fabrique. Tous les autres ont des défauts essentiels et des plus frappants : il faut être aveugle pour ne pas les apercevoir. C'est le même raisonnement, d'ailleurs, que l'on retrouve chez tous les fabricants de machines.

Or, ce que ces messieurs devraient savoir, ce qu'il importe de se bien graver dans l'esprit, c'est que, en industrie, les principes précèdent la machine, et que la meilleure sera celle qui les mettra en pratique le plus complétement et le plus économiquement. C'est là qu'il faut porter toute son attention, lorsque l'on veut acquérir un engin quelconque. Ce n'est, en effet, ni la complication des organes accessoires, ni le brillant, ni l'élévation du prix qui en constituent la valeur : c'est l'utilité pratique résultant de la seule réalisation des principes.

Quels sont donc les principes sur lesquels repose la *distillation*, et d'abord qu'est-ce que la *distillation*?

La distillation est une opération par laquelle on réduit en vapeur une substance quelconque, susceptible de vaporisation, pour la ramener ensuite à son état primitif par une application convenable d'un refroidissement suffisant.

Il y a la distillation des substances solides et celle des liquides.

Il y a des solides qui ne prennent pas l'état liquide, mais qui se vaporisent simplement sous l'action du calorique pour

1. Voir, pour plus de détails, notre ouvrage sur l'alcoolisation, où le lecteur trouvera toutes les données qui peuvent guider le fabricant, tant au point de vue de la pratique qu'à celui de la théorie et qui ne peuvent trouver place ici.

aller se déposer en un point plus froid; cette forme de distillation se nomme *sublimation*. Elle est propre à un assez grand nombre de corps, parmi lesquels nous citerons seulement l'arsenic, l'acide arsénieux, les chlorures de mercure... D'autres solides éprouvent la fusion, passent à l'état liquide, puis se vaporisent et vont se condenser par le froid à l'état solide, si le refroidissement est très-grand; à l'état liquide, s'il est moins considérable. Le soufre est le type de ce groupe. Il en est d'autres, comme l'acide benzoïque, qui fondent, puis se vaporisent et se solidifient par sublimation.

Quant aux liquides, *ils se vaporisent à une certaine température qu'on appelle leur point d'ébullition, et ils se condensent de nouveau à l'état liquide par le refroidissement.*

Il va de soi que nous ne parlons ici que de ce qui passe sous une pression déterminée, que nous supposons être la même dans tous les cas et pour tous les liquides.

Si l'on a affaire à un mélange de liquides, on conçoit la possibilité de les séparer par distillation, à condition qu'il y ait une distance suffisante entre leurs points d'ébullition ou de vaporisation sous une pression donnée; car, s'il n'y a que peu ou point de différence, la séparation n'est pas possible par le seul fait physico-chimique de la distillation.

Nous savons, par exemple, que l'eau et l'acide formique se vaporisent à + 100°; nous aurons beau distiller un mélange de ces deux corps, nous ne parviendrons jamais par ce seul moyen à les isoler, à les séparer l'un de l'autre.

Mais que le mélange soit formé de corps dont le point d'ébullition soit assez éloigné, comme l'alcool, qui se vaporise à 78°,4 sous la pression atmosphérique, et l'eau, qui distille à 100° sous la même pression, nous pourrons très-aisément séparer ces deux corps en procédant de l'une ou de l'autre des deux manières que nous allons indiquer.

Première méthode de séparation des liquides par distillation. — En supposant le mélange d'alcool et d'eau placé dans le ballon A de la figure 70, si nous portons le liquide de ce ballon à une température peu supérieure à celle de l'ébullition de l'alcool, à 85° par exemple, qui nous sera indiquée par le thermomètre *t*, il est clair qu'il passera par le tube abducteur, pour se refroidir dans le manchon réfrigérant B, beau-

coup plus de vapeurs alcooliques que de vapeurs aqueuses, et que le liquide condensé dans le flacon C sera très-riche en

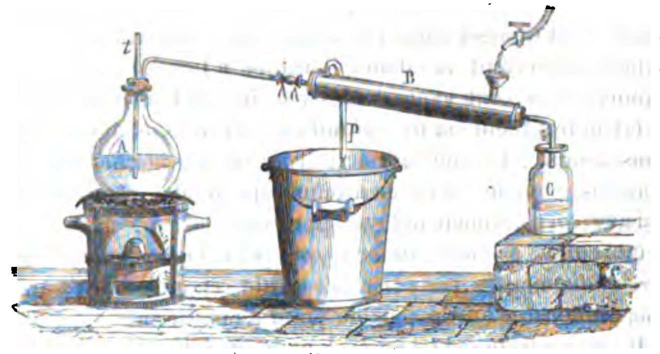


Fig. 70.

alcool et très-pauvre en eau. Il ne passera que de l'eau entraînée mécaniquement et la petite quantité due aux vapeurs qui s'élèvent au-dessous du point d'ébullition.

Si l'on répète l'opération dans les mêmes conditions sur le produit condensé en C, on en augmentera encore la richesse; mais il est constaté que la séparation ne peut être absolue par la distillation seule, en sorte que l'alcool le plus concentré, obtenu par ce moyen, retient toujours un peu d'eau. Les alcools les plus concentrés, produits par la distillation, renferment toujours quelques centièmes d'eau entraînée.

Cette première méthode repose donc sur l'emploi d'une température fixe, un peu supérieure à celle de la vaporisation du liquide qui distille à la température la moins élevée.

On sent, à l'avance, que cette méthode ne peut être utilisée par l'industrie, à cause de sa lenteur et du peu de produits qu'elle fournirait dans un temps donné; on l'emploie souvent dans les opérations de laboratoire, lorsque l'on veut séparer des liquides mélangés. C'est là, notamment, le procédé le plus simple et le plus rationnel pour séparer les essences et les huiles volatiles, dont on connaît le point d'ébullition.

Deuxième méthode de séparation des liquides par distillation. — On peut prendre un point de départ opposé à celui de la méthode précédente, et conduire toute la masse liquide à une ébullition rapide, par laquelle il se vaporisera un mélange des

vapeurs des deux corps mélangés. Si l'on suppose que ces vapeurs traversent des milieux de plus en plus froids, c'est-à-dire de plus en plus éloignés du foyer ou du ballon bouilleur, il est évident que les vapeurs qui se condenseront les premières seront celles du corps dont l'ébullition a lieu à la température la plus élevée. Les vapeurs plus volatiles de l'autre corps ne se condenseront que dans les milieux les plus éloignés ou les plus froids, et celles qui arriveront au réfrigérant pour s'y condenser seront presque exclusivement des vapeurs de ce dernier corps. Celles de l'eau, par exemple, ne s'y trouveront, comme dans l'autre méthode, que pour la portion entraînée mécaniquement et pour la faible partie répondant aux vapeurs non condensées au-dessous du point d'ébullition, ou à 100 degrés, en sorte que le récipient ne contiendra que de l'alcool déjà fortement concentré, mêlé d'un peu d'eau seulement.

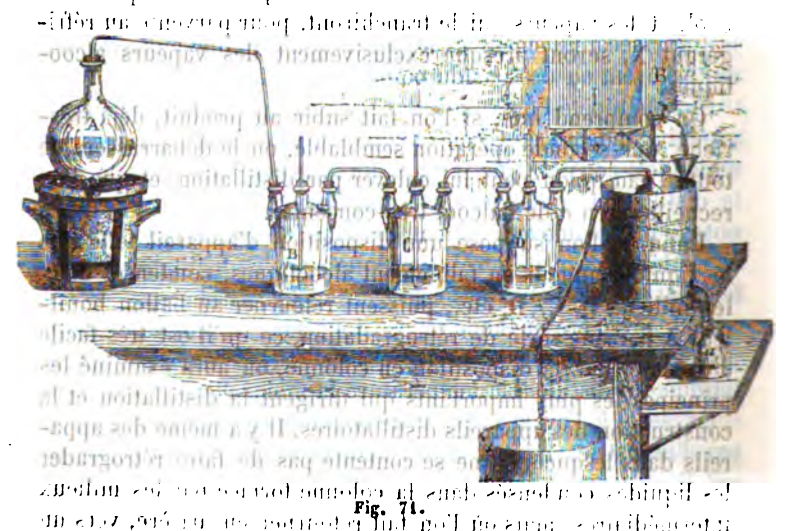


Fig. 71.

Soit, dans le ballon A de la figure 71, un mélange d'eau et d'alcool en pleine ébullition à 98° ou 100°. Nous ne nous occupons pas présentement de cette circonstance, qu'au début, sous l'influence de cette température, les vapeurs alcooliques passent plus abondantes que les vapeurs aqueuses. A la suite du ballon, supposons une série de vases de Woolf B, C, D, etc. Le vase B sera atteint par une température moins élevée que A,

et la diminution sera progressive dans toute la série. Cela est incontestable et facile à concevoir.

Il se condensera donc en B une certaine quantité d'eau, mais la température sera trop élevée pour retenir de l'alcool, dont toutes les vapeurs passeront en C, avec des vapeurs d'eau. En C, il se condensera encore de l'eau, sans alcool, et il en sera de même de tous les autres vases de la série où la température sera supérieure au point d'ébullition de l'alcool, soit 78°,4.

Mais nous pouvons concevoir un de ces vases, le dernier, par hypothèse, où la température, à raison de l'éloignement de la source de calorique et du refroidissement des vapeurs, ne s'élève pas au-dessus de ce point, ou même lui reste un peu inférieure.

Dans ce vase, il se condensera beaucoup d'eau, un peu d'alcool, et les vapeurs qui le franchiront, pour parvenir au réfrigérant X, seront presque exclusivement des vapeurs alcooliques.

On comprend que, si l'on fait subir au produit, déjà très-riche, une seconde opération semblable, on le débarrassera de toute l'eau qu'on peut lui enlever par distillation, et que l'on recueillera en *a* de l'alcool très-concentré.

Enfin, si l'on suppose une disposition d'appareil telle que les liquides aqueux ou faiblement alcooliques, condensés dans les milieux B, C, D, etc., puissent retourner au ballon bouilleur A par une sorte de rétrogradation, ce qu'il est très-facile d'exécuter par la disposition en colonne, on aura examiné les principes les plus importants qui dirigent la distillation et la construction des appareils distillatoires. Il y a même des appareils dans lesquels on ne se contente pas de faire rétrograder les liquides condensés dans la colonne formée par les milieux intermédiaires, mais où l'on fait retourner en arrière, vers un des milieux de la colonne, les liquides condensés dans la partie supérieure du réfrigérant.

Il existe encore une troisième méthode, encore suivie par les *brûleurs* dans les pays vignobles, et qui s'appuie sur ce fait, que, un mélange d'eau et d'alcool étant donné, lorsqu'on le soumet à la chaleur, les vapeurs qui s'élèvent les premières sont plus riches en alcool, et qu'il arrive un moment où il ne reste plus d'alcool dans le vase bouilleur. C'est sur ce principe

que repose la construction des petits appareils d'essai dont nous avons parlé.

Si donc on distille une seconde fois le produit, le liquide condensé dans le récipient sera encore enrichi, en sorte qu'après deux ou trois *distillations nouvelles* ou *rectifications* de la liqueur, on arrivera à une certaine force alcoolique, puisque chaque opération diminue la proportion d'eau qu'il renferme.

Cette méthode n'est plus employée dans l'industrie des alcools, sinon pour la fabrication des eaux-de-vie de vin et de quelques autres provenances.

Il n'y a plus guère, en réalité, que la deuxième méthode qui soit reconnue pour être la base d'une opération manufacturière, et c'est sur les principes de cette méthode que sont construits tous les appareils usités aujourd'hui.

Nous ne perdrons pas notre temps ni celui du lecteur dans la description de nombreux appareils; nous allons chercher seulement à mettre le fabricant en état, pour peu qu'il soit dessinateur, de créer lui-même le sien et de le faire exécuter par le premier chaudronnier venu, à raison de tant par 100 kilogrammes.

La distillation peut se faire *à feu nu* ou *à la vapeur*. Nous dirons plus loin un mot sur ces deux modes et sur les moyens à employer pour enlever au système à feu nu ses inconvénients.

Disons, quant à présent, que l'essentiel de tout appareil distillatoire repose dans trois organes : un vase bouilleur, une colonne faisant fonction des milieux intermédiaires dont nous avons parlé, et un réfrigérant.

La fonction du bouilleur sera utilement remplie par deux vases, si l'on veut rendre l'opération continue.

La colonne, composée d'un nombre plus ou moins considérable de vases ou milieux, sera munie de tubes de rétrogradation intérieurs ou extérieurs.

Le réfrigérant sera refroidi, ou avec de l'eau, ou avec des vinasses fermentées.

Ce dernier mode est le plus économique, en ce qu'il utilise la chaleur des vapeurs pour échauffer les liquides à distiller, mais il nécessite quelques dispositions particulières.

On peut encore former le réfrigérant de deux parties ou même de deux vases, dont le plus rapproché de la colonne

sert à échauffer le vin ou moût fermenté, pendant que le plus éloigné est refroidi par un courant d'eau continu.

Enfin, l'opération peut être rendue continue ou rester intermittente; elle peut être continue, quant à l'introduction du moût, et intermittente quant à la vinasse épuisée. Elle peut même être continue sous les deux rapports.

Nous allons examiner ces différents points, en accompagnant ces explications des dessins utiles à leur intelligence.

La figure 72 représente une coupe d'un bon appareil, connu sous le nom d'*appareil de Laugier*, et que nous supposons chauffé à la vapeur.

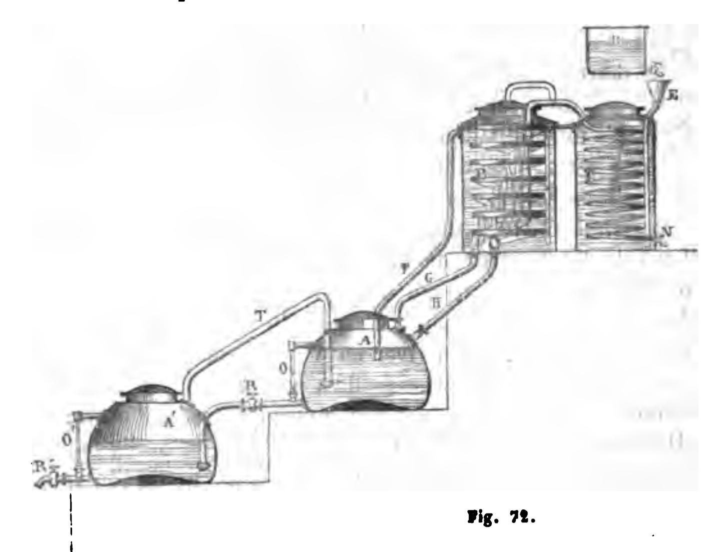


Fig. 72.

Cet appareil est continu pour l'introduction du vin fermenté et intermittent pour celui de la vinasse épuisée. Il se compose de quatre vases : deux chaudières ou bouilleurs, dont l'un est un bouilleur proprement dit, et l'autre fait fonction d'épuiseur, un vase rectificateur, faisant fonction de chauffe-vin, comme le suivant, et un serpentin réfrigérant.

La première chaudière A' (l'épuiseur) reçoit la vapeur par un tube qui sert d'entrée à un serpentin en hélice, à vapeur libre. La chaudière A (le bouilleur) est placée de façon à avoir son fond au même niveau que la partie supérieure de A', afin que

les liquides puissent être dirigés aisément par le robinet de communication qui existe entre ces deux chaudières.

De la chaudière A', part un tube T, qui porte la vapeur produite jusque dans le fond de la chaudière A; un autre tube G part de celle-ci pour conduire la vapeur vers le troisième vase B ou rectificateur. Là, ce tube se divise en sept tronçons d'hélice, dans lesquels les vapeurs aqueuses se condensent avec un peu d'alcool. La portion condensée descend par la partie inférieure des tronçons vers un tube commun H, qui la ramène dans la chaudière A, tandis que la vapeur enrichie, continuant sa route, passe enfin dans le serpentin du réfrigérant, où elle se condense et sort par le tube N, pour être reçue dans un récipient.

La marche de l'appareil est très-facile à concevoir. On ouvre le robinet du réservoir D, qui contient le moût fermenté, et le liquide s'introduit dans le réfrigérant par l'entonnoir E; de là il passe dans le rectificateur B, qu'il remplit également, puis, par le tube F, dans la chaudière B.

Aussitôt que le liquide est parvenu à la première marque en haut de l'indicateur de niveau O, c'est-à-dire lorsque A est presque rempli, on ferme momentanément le robinet d'écoulement du réservoir, puis, à l'aide du robinet R intermédiaire entre A et A', on fait arriver en A' le liquide de A, jusqu'à ce que la chaudière A' soit remplie à peu près aux deux tiers.

On referme alors le robinet intermédiaire, et l'on introduit la vapeur. Le liquide entre en ébullition et on l'y maintient jusqu'à ce qu'il ait perdu le tiers ou la moitié de son volume, selon la richesse du moût, dans la chaudière A'.

A ce moment, on fait écouler la vinasse contenue en A' par le robinet de décharge R' qui y est adapté, puis on le ferme et l'on ouvre le robinet de communication entre les deux chaudières pour que A' se remplisse, comme auparavant, aux dépens de A. On referme alors ce robinet intermédiaire.

Ce qui précède est, en quelque sorte, la mise en train de l'opération.

On ouvre alors le robinet du réservoir D, d'une certaine ouverture calculée, et on ne le ferme plus. Lorsque A est rempli aux deux tiers, on fait évacuer la vinasse de la chaudière A' par le robinet de décharge R', puis on le referme et, à l'aide du robinet intermédiaire, on fait arriver en A' une quantité

suffisante du liquide de A pour la remplir aux deux tiers; on ferme le robinet intermédiaire, et l'opération continue de la même façon, en vidant A, lorsque A' est rempli aux deux tiers, et faisant passer ensuite en A' le liquide de A.

Cette disposition est, assurément, fort ingénieuse; cependant, si l'on étudie la question, il sera bientôt démontré que l'on peut très-bien simplifier cet appareil, dont nous n'avons parlé que parce qu'il donne une sorte de démonstration des explications qui précèdent.

Ce que l'on ne perdra pas de vue, avant tout, ce sont les conditions de chaque vase, celles qu'il doit remplir pour exécuter convenablement la fonction qui lui est confiée.

Voyons d'abord de quoi se compose la chaudière d'épuisement. Elle doit présenter une capacité close, d'une contenance déterminée, être munie d'un robinet de décharge *n*, d'un tube d'entrée *v* pour la vapeur et de son serpentin; mais il est bon que la vapeur ne se répande pas dans le liquide, qu'elle ne soit pas libre. Cette chaudière (fig. 73) doit encore présenter un tube de retour *p*, un plongeur pour l'arrivée du liquide de la

Fig. 73. Fig. 74.

chaudière suivante, un tube de sortie *f* pour les vapeurs produites, qui se rendent en B (fig. 74) et un indicateur de niveau *i*.

On peut donc se faire une idée de cette chaudière par la figure ci-dessus : la raison pour laquelle on ne doit pas chauffer à vapeur libre, c'est que l'on aura déjà bien assez de vapeurs aqueuses, sans en introduire des quantités assez considérables pour que cette introduction influe sur la force des produits.

La deuxième chaudière B est, en tout, la reproduction exacte de celle-ci, comme l'indique la figure 74. Elle est placée à un niveau convenable, comme il a été dit, pour que son liquide coule naturellement en A par le plongeur *p* au moyen du robinet de communication, qui est le corrélatif du robinet de décharge *n* de la chaudière A.

Le tube de sortie *f*, venant de A, apporte les vapeurs en B, comme *v* apporte en A la vapeur du générateur, et un plongeur fait arriver en B le vin à distiller. Un tube de sortie correspond à *f* de la chaudière A, et porte les vapeurs alcooliques et aqueuses à l'analyse et à la condensation.

La seule différence sensible entre les deux chaudières consiste en ce que B est muni d'un second plongeur *m* pour y apporter les liquides condensés trop faibles que l'on y fait rétrograder.

N'est-il pas possible de supprimer le troisième vase isolé de Laugier, le rectificateur, et de le remplacer par une colonne qui serait placée sur la chaudière B? La chose est tellement possible, que c'est la seule modification sérieuse que l'on ait apportée à cette forme d'appareil que l'on a déjà remaniée de beaucoup de manières. C'est une économie d'emplacement, d'une part et, de l'autre, une commodité plus grande pour la disposition des tubes de rétrogradation, qui pourraient être placés à l'intérieur de la colonne (fig. 75).

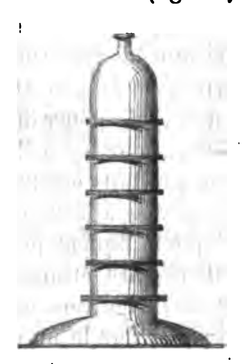


Fig. 75.

Le serpentin réfrigérant, alimenté par le vin à échauffer, ne présenterait aucune différence notable, à cette exception près qu'il serait un peu plus élevé, et que le serpentin aurait quel-

ques tours d'hélice de plus, le refroidissement étant moins parfait et moins complet qu'avec l'eau.

Un seul vase, surmonté d'une colonne *à plateaux*, *à tronçons d'hélice*, comme dans l'appareil Laugier, *à barboteurs*, présentant enfin une série de milieux dont la température diminue progressivement, muni d'un serpentin à vapeur, d'un orifice pour l'entrée du liquide, d'un robinet de vidange pour les vinasses épuisées, suivi d'un serpentin réfrigérant refroidi par un courant d'eau, constitue essentiellement la colonne à rectifier. La forme, les dimensions, les accessoires peuvent varier à l'infini.

On y introduit le produit de la première distillation et, par une seconde distillation ménagée, que l'on appelle *rectification*, on obtient de l'alcool très-concentré à 92-95° de force alcoolique.

Il y a ici une précaution à prendre, qui concerne l'affinage des alcools.

Comme les principes odorants de la matière première, soit naturels, soit dérivés, soit produits par la fermentation ou par la chaleur, ne sont autre chose que des huiles essentielles volatiles, et qu'il importe d'en débarrasser le produit, il convient de rechercher les conditions de cette élimination.

Il y a des essences volatiles au-dessous de 100° ou au-dessus de cette température.

On se débarrassera des premières en mettant de côté le premier quart du produit qui les renfermera à peu près toutes, et des secondes, en séparant le dernier quart dans lequel elles seront réunies. Ceci est la règle générale; mais elle nous paraît beaucoup trop absolue pour les mélasses, qui ne fournissent pas beaucoup de ces produits essentiels. On se contentera donc de recevoir dans un vase à part les premières portions du produit, jusqu'à ce que la liqueur présente une odeur bien franche exempte de toute essence étrangère, ou au moins bien *fine;* le produit sera alors dirigé vers un récipient approprié où on le recueille. Lorsque, vers la fin de l'opération, on s'aperçoit que le produit perd de sa force et de sa finesse, on le dirige vers le premier récipient qui sera, si l'on veut, la barrique *au mauvais goût*.

L'alcool fin goût offre un cours sérieux; le prix du mauvais goût est moins élevé et moins stable.

Il faut donc s'attacher à n'en produire de ce dernier que le moins possible.

On y parviendra probablement un jour par quelque procédé chimique; mais, jusqu'à présent, il n'existe rien de plus sérieux que les précautions dont nous venons de dire un mot.

Ajoutons que, par l'emploi de la vapeur comme agent de calorification, on est arrivé à produire des alcools beaucoup plus fins que par la chauffe à feu nu, dont le véritable inconvénient est de donner naissance à des produits pyrogénés odorants qui donnent une mauvaise *odeur de feu* au produit.

Cependant, lorsque le feu nu n'est appliqué qu'à la première chambre, à l'épuiseur d'un appareil semblable à celui que nous avons décrit sommairement, les résultats ne sont pas très-différents de ce que l'on obtient à la vapeur. C'est que, en effet, dans cette condition, l'épuiseur fait fonction d'un véritable générateur, et son rôle se borne à produire de la vapeur, faiblement alcoolique, qui produit la distillation dans le vase suivant. Comme la chaleur a déjà réagi, par cette vapeur même, dans le deuxième vase, le liquide à demi épuisé, dont on charge le bouilleur, ne produit presque plus de substances pyrogénées volatiles; la rectification enlève alors assez bien le peu qui s'en est formé.

Nous pensons avoir suffisamment et assez longuement exposé les règles à suivre pour l'utilisation des mélasses, et avoir assez insisté sur les principes qui dominent la fermentation et la distillation, pour que les fabricants sachent à quoi s'en tenir à cet égard.

Il ne nous reste plus, avant de terminer ce chapitre, qu'à étudier la question de distillation relativement aux bagasses de la canne, lesquelles constituent un résidu fort important de la fabrication exotique.

Reprenant les données analytiques, nous trouvons que la bagasse renferme un chiffre de sucre de 477,490 kilogrammes et 664,617 de ligneux et sels ou bagasse réelle pour une fabrication de un million de kilogrammes de sucre. Nous avons dit que la bagasse réelle, retenant 20 pour 100 d'eau, fournirait, en excellent combustible, très-utilisable, un poids de 830,771 kilogrammes.

Cherchons maintenant quel serait le moyen pratique d'extraire le sucre renfermé dans cette bagasse, quel en serait le

mode d'utilisation sous ce rapport, afin de l'épuiser, avant de la livrer au foyer ou à la fosse à compost.

Si l'on voulait bien faire, avons-nous déjà dit, on supprimerait les *rolls*; on diviserait la canne par le hache-paille, on extrairait le sucre par macération... Ajoutons qu'avec un peu de chaux éteinte, introduite dans les eaux de macération, 2 kilogrammes au plus par 1,000 litres, on n'aurait rien à redouter de cette fermentation acide dont on a fait un épouvantail.

Les cannes, hachées en petits tronçons obliques, rencontrant au sortir du couteau cette eau alcaline, ne subiraient pas la moindre détérioration, ainsi que nous nous en sommes assuré. Une sorte de demi-défécation à la température ordinaire s'opérerait de cette manière et, dans la série des cuves de macération, la canne s'épuiserait de tout son sucre, et elle pourrait être soumise immédiatement à la dessiccation, ou mieux être envoyée à la fosse aux engrais.

Voilà ce qu'il conviendrait de faire : diviser par le hache-paille, macérer dans l'eau de chaux, et réduire les résidus en engrais.

Ce serait l'idéal de la fabrication exotique. Ceux à qui nous en parlons, habitants des colonies françaises, Américains, Brésiliens et autres, en conviennent; mais de là à la mise en pratique, de là à la suppression des rolls, de ces absurdes machines, qui ont broyé plus de bras noirs et plus perdu de sucre que l'imagination ne le conçoit, il y a loin. Des années, un siècle peut-être d'attente, avant que ce progrès arrive, ce progrès qui amènerait le malheur de ne plus brûler le sucre en guise de houille.

Prenons donc la fabrication exotique comme elle est, en dehors des *usines centrales*...

Voilà nos bagasses sorties des rolls, où elles ont été pressées deux fois, trois fois peut-être... Nous nous gardons bien de les amonceler dans un coin quelconque, dans la case aux bagasses ou ailleurs : nous les faisons transporter aussitôt dans des cuves à fermentation, que l'on remplit au fur et à mesure. Chaque cuve remplie aux 4/5 de bagasse répond à un poids connu de résidu. Lorsqu'elle est pleine, nous faisons assujettir la matière à l'aide de deux ou trois traverses de bois,

qui s'opposent à ce qu'elle remonte lorsque la cuve recevra de l'eau tiède de manière à recouvrir les bagasses.

Cela fait, nous laissons la fermentation s'opérer seule, certains que le ferment de la canne suffira largement à la transformation du sucre. Les cuves sont cependant couvertes, car cette précaution n'est pas sans influence sur le résultat en s'opposant au refroidissement produit par la fraîcheur des nuits. Dans le cas où la température ambiante serait au-dessous de + 20°, il faudrait l'amener à ce degré et suivre, sous ce rapport, les principes généraux de la fermentation.

Une cuve qui a été en fermentation trois jours est bonne à distiller, en sorte que, si l'on fait par jour 200 hectolitres de bagasse, il faut se procurer assez de cuves pour représenter quatre fois ce volume, plus un cinquième ou un quart de vide.

Rien n'empêcherait, d'ailleurs, d'établir les cuves sous forme de citernes en maçonnerie de briques compactes, bien cimentées avec un mortier hydraulique, rendues imperméables aux liquides, et dont la capacité serait un peu supérieure au volume des bagasses produites en vingt-quatre heures.

Le liquide fermenté serait soutiré et distillé à part dans un appareil convenable, approprié à la distillation des liquides, construit sur les principes énoncés précédemment. Les bagasses, imprégnées de jus alcoolique, seraient soumises à la distillation jusqu'à épuisement dans un appareil spécial, qui devrait être établi dans ce but et présenter une grande facilité pour les remplissages et la vidange.

Il ne faut pas oublier que l'on a affaire ici à des matières solides, imbibées de vinasse alcoolique, et que la grande difficulté de leur traitement se trouve justement dans le chargement et le déchargement commode de ces matières.

Il y aurait plusieurs manières d'opérer cette distillation, mais les appareils à rhum, ou les alambics, ne pourraient rendre aucun service pour les quantités que nous supposons. Déjà ces sortes de vases distillatoires sont fort incommodes pour les petites opérations, à cause de la nécessité où l'on se trouve de les ouvrir pour les vider et les remplir, d'en extraire des matières chaudes, au risque des accidents et des brûlures graves qui peuvent en résulter; ils donnent, en outre, aux produits un goût détestable d'empyreume, une odeur pyrogénée, qui caractérise les mauvais tafias que l'on en obtient, au point

qu'on les accuse, à juste raison, d'avoir une *saveur de vieux cuir tanné.*

Cette saveur est tellement caractérisée, que nous avons lu, dans une brochure publiée en France, il y a déjà longtemps, sur le coupage des eaux-de-vie et la fabrication des liqueurs de table, une recette pour faire du *rhum* de la Jamaïque, dans laquelle l'auteur, un praticien, conseillait d'employer du cuir découpé en petits morceaux, pour donner une infusion alcoolique. La distillation de cette infusion lui donnait une eau-de-vie à saveur de tafia, qui pouvait très-bien tromper certains palais.

Nous avons goûté des eaux-de-vie de sucre, de mélasse et de bagasse des pays à cannes, et nous n'avons nulle part rencontré chose plus exécrable.

Il nous semble que les eaux-de-vie de betterave, de pomme de terre ou de marc sont des produits merveilleux à côté de ceux-là, et cependant l'eau-de-vie de sucre de canne, de canne fraîche, de miel de canne ou de bagasse, bien faite, *non brûlée,* sans goût d'empyreume, est une liqueur fine, d'un parfum agréable de miellée et de fleurs, dont nous ne nous serions jamais fait l'idée, si nous n'avions pas eu l'occasion d'en préparer nous-même.

Le tafia et le rhum ne possèdent en propre qu'une odeur et une saveur agréables; leur infection provient de la manière dont ils sont préparés et surtout distillés.

Si donc on applique aux bagasses solides fermentées ce que nous avons conseillé dans le temps pour les marcs de raisin, si on leur enlève par la macération avec l'eau l'alcool qu'elles renferment jusqu'à ce qu'elles soient, à très-peu près, épuisées, le liquide pourra être distillé dans un appareil ordinaire sans acquérir de mauvais goût, et les bagasses seront soumises à la dessiccation à l'air libre ou réduites en engrais.

Ce mode est d'une exécution si facile, et il présente tant d'avantages réunis, que nous n'hésiterions pas à le mettre en pratique.

Avec cette méthode, nous avons obtenu des eaux-de-vie de marc de raisin, absolument semblables aux eaux-de-vie de vin, et ne rappelant en rien l'odeur propre habituelle de ce produit.

Disons encore, en terminant, que les distillateurs de mélasse

indigène, que les fabricants qui distillent leurs mélasses *de fabrication*, ne doivent pas perdre leurs vinasses épuisées, qui sont assez riches en sels alcalins pour que l'extraction en soit profitable ; mais ce fait ne s'applique pas le moins du monde aux mélasses de canne. Nous allons, d'ailleurs, étudier brièvement la fabrication sommaire du salin de potasse à l'aide des vinasses de mélasse de betterave.

CHAPITRE III

Fabrication du salin et des sels de potasse.

Si nous nous rappelons la composition de la betterave, cette plante renferme en moyenne 3,5 pour 100 de matières minérales, parmi lesquelles dominent principalement les sels de potasse.

On voit, par cette simple donnée, de quelle utilité il peut être de recueillir ces sels, dont la valeur vénale est toujours assez élevée. Nous avons vu, en 1856, dans une distillerie assez importante, du salin de potasse provenant des mélasses, fort gris et impur, se vendre 45 francs les 100 kilogrammes. Ce chiffre donne encore 15f, 75 c. *brut* par 1,000 kilogrammes de betteraves, et l'on ne doit pas négliger un semblable moyen de diminuer le prix de revient de la matière première, sans parler du devoir qui incombe à tout honnête industriel de ne rien laisser perdre des produits utiles et *manufacturables* dans les conditions d'une bonne économie.

Vinasses. — Évaporation. — Lorsqu'on a soumis les mélasses fermentées à la distillation, le résidu liquide, dépouillé de l'alcool par l'action du calorique, porte le nom de *vinasse*. Ce liquide marque 3° à 4° au pèse-sirop de Baumé, et il renferme tous les sels solubles de la betterave. Il ne s'agit que de le soumettre à une évaporation méthodique pour les retirer dans un état plus ou moins grand d'impureté.

Première opération. — Concentration. — Cette opération peut

se faire de plusieurs manières. La plus économique et celle qui nous paraît la plus véritablement industrielle consiste à utiliser les vapeurs perdues de l'usine pour obtenir ce résultat.

Que les surfaces d'évaporation servent à refroidir et à condenser des vapeurs alcooliques ou autres, que le calorique perdu, ou l'air chaud, la fumée, soient obligés de passer dans un intervalle ménagé sous les caisses d'évaporation, et de produire ainsi la concentration des vinasses, on aura réalisé une économie notable, et l'on se trouvera placé dans les véritables conditions manufacturières. Nous ne pouvons donner ici un dessin spécial des appareils à disposer à cet effet : ils dépendent, dans ce cas, des circonstances du local et des agencements intérieurs de la fabrique, et il est vingt fois plus facile de créer sur place toute la série de l'instrumentation que d'en donner même une idée générale par un dessin incomplet, ne pouvant, en aucune manière, s'appliquer à la masse des fabriques.

La seconde méthode consiste à appliquer aux *salins* de mélasse les dispositions et les appareils usités pour la fabrication de la soude.

A cet effet, la vinasse épuisée, sortant de l'appareil distillatoire, se rend par un caniveau dans un bac ou réservoir d'une capacité suffisante. De là, soit directement, soit par une pompe ou un monte-jus, elle est transportée dans un réservoir d'alimentation A (fig. 76).

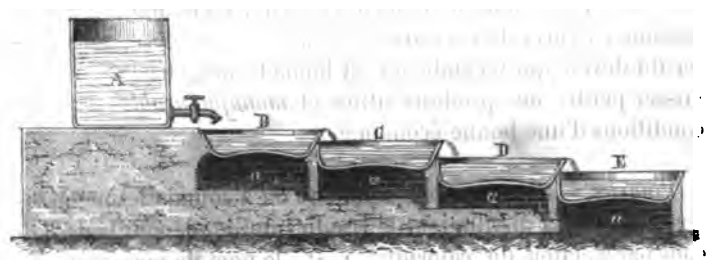


Fig. 76.

De ce réservoir la vinasse est dirigée régulièrement dans une série de chaudières d'évaporation à fond bombé B, C, D, E, etc., chauffées par un seul foyer dont la flamme parcourt le dessous des appareils de concentration en se rendant à la cheminée. Ces chaudières sont, d'ailleurs, disposées en étages, de

façon à pouvoir déverser le trop-plein de l'une dans l'autre, comme l'indique la figure ci-dessus. Il est évident que le nombre de ces chaudières n'est pas limité à trois ou quatre, et que l'on doit se baser seulement sur le temps dépensé par l'opération, et sur le degré de concentration que l'on veut obtenir.

Une série de cinq chaudières suffit à amener rapidement la vinasse à 26° B. dans le dernier de ces appareils.

Lorsque la vinasse a atteint ce degré de concentration, elle a déjà laissé déposer dans les chaudières une notable partie du sulfate de chaux qu'elle tenait en dissolution; on la fait écouler par un robinet adapté à la dernière chaudière, et elle se rend dans un *bac à rafraîchir*, où elle achève de s'en débarrasser à peu près complétement. Il est bon d'avoir trois de ces bacs ou réservoirs, afin que, l'un étant en *remplissage*, un autre soit au *repos* ou en précipitation, et le troisième en *vidange*, pour la seconde opération que nous allons décrire succinctement.

Deuxième opération.—Calcination.—Pour opérer cette phase du travail, on emploie industriellement le four à soude dont la figure 77 représente une coupe verticale. Les liquides, concentrés à 26° B. et débarrassés de la presque totalité du sulfate de chaux par le repos dans les bacs, sont dirigés dans le réservoir C auquel se trouve adapté un robinet *b* qui le conduit à volonté dans un tube en fonte, à l'aide duquel on peut le faire arriver à l'extrémité postérieure de la sole du four.

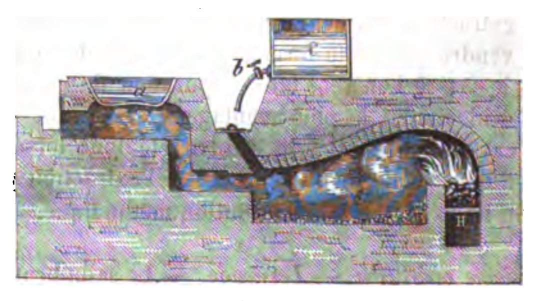


Fig. 77.

Cette sole S présente une concavité très-marquée, sur laquelle on a disposé préalablement une couche de salin sec fortement tassé et battu. Cette mesure a pour but d'empêcher

que la sole ne se détériore trop promptement sous l'action de la solution alcaline.

Le combustible, qui est du coke, seul le plus souvent, ou mêlé de menu de houille, selon les cas et dans un but d'économie, est enflammé sur la grille H, et la température du four est portée jusqu'au rouge naissant bien nettement caractérisé.

La cheminée, qui entraîne les produits gazeux de la combustion, passe sous les chaudières à évaporer EDCB (fig. 76), et fournit une température suffisamment élevée pour que la concentration des vinasses s'y fasse promptement. Lorsque la température du four est au point convenable, on enlève le couvercle du conduit en fonte et on ouvre le robinet *b* du réservoir; le liquide arrive sur la sole, où la forte chaleur qu'il rencontre lui fait éprouver un boursouflement assez considérable. La matière s'étend progressivement sur toute la sole, où elle se dessèche en peu de temps. Les matières organiques qui y sont contenues s'enflamment alors et brûlent complétement, surtout si l'on a soin d'agiter la masse et de la diviser avec un râble en fer, afin de mettre les surfaces en contact avec l'air, et de donner au produit une forme granulée qui en favorise l'extraction. On a eu soin d'arrêter l'écoulement du liquide lorsque, la sole étant à peu près *remplie*, les portions de salin les plus rapprochées de l'autel commencent à prendre l'état pâteux.

Quand la matière est bien sèche, blanche et bien granulée, on la rapproche d'une ouverture latérale par laquelle on en opère l'extraction. On l'embarille après refroidissement, si l'on peut la vendre sous cette forme, qui est celle de salin brut.

Dans le cas où l'on veut faire l'épuration de ce produit, ce qui est évidemment le plus avantageux, il est inutile de pousser la calcination aussi loin. On l'arrête donc lorsque la matière est bien sèche, et l'on procède à l'extraction pour l'envoyer au lessivage ou à la dissolution méthodique.

Troisième opération. — Lessivage. — Le salin brut, retiré de l'opération précédente, forme environ le cinquième du poids du liquide sirupeux à 26° B. qui a été introduit dans le four à soude. Mais, dans certaines années, avec certaines betteraves, qui ont crû dans certains sols plus riches en matières salines, le produit peut être un peu plus considérable. C'est un mé-

lange de chlorure de potassium, de sulfate de potasse, de carbonate de potasse et de soude; on y trouve parfois un peu de chlorure de sodium et d'azotate de potasse; mais ces deux sels y sont en très-faible proportion, ainsi que le sulfate de chaux.

La valeur moyenne du salin brut varie de 45° à 50° *alcalimétriques.*

Il s'agit maintenant de purifier ce produit, en séparant les divers sels qui le composent et en les rendant assez purs pour les livrer au commerce à un degré admis par les habitudes commerciales. Cette purification exige une dissolution dans l'eau pour pouvoir ensuite agir sur la liqueur.

On dispose donc une ou plusieurs séries de filtres lessiveurs en tôle, dont les dimensions ordinaires sont de $0^m,50$ de profondeur au-dessus du faux fond, et de $0^m,70$ à $0^m,80$ de diamètre à la partie supérieure, qui va en se rétrécissant un peu vers le bas. Le faux fond n'est autre chose qu'un disque de tôle, assujetti convenablement et recouvert d'une claie d'osier.

Chaque série est composée de cinq filtres qui suffisent à l'épuisement méthodique du salin; on peut remarquer, en passant, que rien ne s'oppose à ce qu'on donne à ces appareils de plus grandes dimensions selon les besoins, si l'on ne veut pas multiplier le nombre des séries.

Nous supposerons donc que notre produit en salin n'exige que l'emploi d'une seule série de cinq filtres, afin de mettre plus de clarté dans ce que nous allons exposer sur le lessivage.

On remplit un des filtres avec du salin jusqu'aux quatre cinquièmes environ, puis on verse de l'eau, à la température ordinaire, assez pour recouvrir la matière; on laisse le tout en repos pendant dix ou douze heures. Au bout de ce temps, on soutire le liquide, qui a pris tout ce qu'il peut dissoudre de substances solubles, en un mot, qui s'est saturé, à la température donnée, de tout ce qu'il peut prendre à la matière.

Mais cette saturation n'est que relative, en ce sens que, si elle ne prend rien au résidu de salin brut, c'est parce que celui-ci n'est plus assez riche pour lui rien abandonner, et que l'équilibre s'est établi. La liqueur soutirée est une dissolution très-chargée de chlorure de potassium et de carbonate double de potasse et de soude, et elle n'a pris que très-peu de sulfate de potasse.

On la fait passer sur le second filtre, qui a été chargé de salin comme le premier, sur les résidus duquel on verse de l'eau.

Après douze heures, la solution du second filtre est reportée sur le troisième, et celle du premier sur le résidu du second; on remet encore de l'eau sur le premier filtre.

On continue cette marche jusqu'à ce que la première eau ait passé sur les cinq filtres et sur de la matière neuve, ce qui exige soixante heures, et donne une solution E à 40° B. de densité, que l'on met à part.

Un deuxième lessivage, en passant sur les cinq filtres, donne une solution moins concentrée, marquant environ 26° au pèse-sels. On la met encore à part; c'est la deuxième solution, ou solution F.

Les eaux qui servent ensuite à l'épuisement des résidus ne fournissent qu'une solution plus faible G, de 6° à 7° B. en moyenne, que l'on réserve pour arroser le salin neuf, lorsque l'on rechargera les filtres.

Quand on a fait passer de l'eau cinq fois sur le filtre n° 1, la matière qu'il contenait est épuisée des substances solubles à froid; on rejette le marc, que l'on remplace par du salin neuf, et que l'on arrose avec la solution A.

Le filtre n° 2 est considéré comme épuisé lorsqu'il a reçu autant d'eau que le n° 1, et il en est de même des autres, en sorte que tous les filtres ayant été remplis, la seconde opération suit la même marche que la première, en prenant pour point de départ la solution G, qui est suivie de l'action méthodique de l'eau, comme il vient d'être dit.

On se trouve donc en présence d'un résultat triple, que l'on a mis à part dans des vases différents :

1° Le résultat E, composé de tout ce qui s'est écoulé des filtres au-dessus de + 40° B.;

2° Le résultat F, formé de tous les liquides qui ont passé de 39° B. à 13° B., donnant en moyenne une solution à 26° B.;

3° Le résultat G, formé de tout ce qui a passé de 12° à 1° B., et présentant une densité moyenne de 6° à 7° B.

Ce dernier liquide étant toujours employé en remplacement d'eau pour le traitement du salin neuf, on n'aura jamais à soumettre à la cristallisation méthodique que les solutions

E et F, ce qui évitera le rapprochement d'une solution trop étendue ou de trop faible densité.

En admettant que l'on verse à chaque lavage, sur le salin neuf ou en traitement, 75 litres de liquide, nous pouvons, en nous servant de ce chiffre, pour faciliter l'intelligence des faits seulement, analyser dans les détails tout ce qui concerne le lessivage méthodique.

Nous avons, en effet, dans le premier lessivage :

Filtre nº 1 reçoit 75 litres d'eau qui agissent pendant douze heures.
— nº 2 — 75 litres de la solution du nº 1.
— nº 3 — 75 litres de la solution du nº 2.
— nº 4 — 75 litres de la solution du nº 3.
— nº 5 — 75 litres de la solution du nº 4.

Au bout de soixante heures, nous avons recueilli 75 litres de résultat seulement ; mais, à partir de ce moment, nous soutirerons toutes les douze heures une quantité égale de celui des filtres dont la matière sera la plus riche ou la moins épuisée.

Dans le deuxième lessivage, qui commence douze heures après le premier, nous remplaçons les 75 litres du numéro 1, lesquels ont été versés sur le numéro 2, par 75 litres d'eau ; toutes les douze heures, nous faisons suivre les liquides, en remplaçant par de l'eau le liquide du numéro 1, de sorte que, en soixante heures, nous avons fait passer cinq fois de l'eau sur ce numéro 1, tandis que le numéro 2 n'aura été arrosé que quatre fois ; le numéro 3, trois fois ; le numéro 4, deux fois, et le numéro 5, une fois seulement, et ces quatre derniers, non pas avec de l'eau, mais avec des solutions plus ou moins concentrées.

Cette marche ne nous paraît pas la plus rationnelle, tant s'en faut, que l'on puisse employer, car elle s'oppose à la continuité de l'opération. Elle exige, en effet, que l'on fasse l'épuisement complet de chacun des cinq filtres employés successivement, ce qui donne lieu à des produits liquides de moins en moins concentrés, tandis que, selon nous, il serait préférable d'obtenir seulement une solution unique, aussi concentrée que possible.

On aurait ainsi moins d'évaporation ou de rapprochement à opérer, ce qui n'est pas à négliger, et le lessivage pourrait marcher d'une façon non interrompue.

Voici donc comment nous comprenons ce qu'il y a de plus simple à faire :

Le premier lessivage n'offre aucune modification à ce qui vient d'être dit.

Il est clair qu'après les soixante heures, le filtre numéro 1, vidé de sa matière épuisée et recevant de la matière neuve, redevient le plus riche et que, par le fait, il prend le numéro 5, sous ce rapport, le numéro 2 étant le plus près de l'épuisement et devenant le numéro 1, pour recevoir, au prochain arrosement, de l'eau seulement et non plus une solution même faible.

Quand le filtre numéro 5 sera arrivé à recevoir de l'eau d'épuisement, c'est-à-dire à son cinquième arrosement, nous aurons recueilli en solution, d'une densité à peu près égale et en quatre fois, 300 litres de liqueur plus ou moins concentrée, qui auront été produits en quarante-huit heures.

Il est certain que l'épuisement du numéro 1 de la première opération, fait par cinq affusions d'eau successives, sera plus complet que celui des opérations suivantes, mais celui-ci est suffisant en pratique. Dans le cas où cependant un seul lavage à l'eau ne suffirait pas pour épuiser les marcs entre 0° et 1° de densité, il faudrait les jeter dans un cuvier à faux fond, où on les recouvrirait d'eau, que l'on ferait agir pendant douze heures avant d'opérer le soutirage.

On pourrait réunir dans ce cuvier d'épuisement tous les marcs d'une journée, les recouvrir d'eau le soir, pour soutirer le lendemain matin. La solution très-faible qui en proviendrait servirait à l'arrosage des séries.

Si nous représentons matériellement les cinq filtres par des lettres conventionnelles, et que nous les supposions désignés par A, B, C, D, E, dans leur ordre, nous pourrons indiquer facilement la valeur des solutions par d'autres signes conventionnels compréhensibles.

Pendant la première durée de douze heures, le filtre A fonctionne avec de l'eau, et les autres ne contiennent pas de liquide. On pourra représenter la situation de l'opération par la figure $\frac{A\ B\ C\ D\ E}{HO\qquad\qquad}$ qui indiquera la marche du filtre A seulement avec de l'eau. Après cette première durée, la solution faite en A est devenue A^1; elle est versée sur B et remplacée

en A par de l'eau. La seconde durée a pour signe la figure $\frac{A\ B\ C\ D\ E}{HO\ A^1}$; la troisième durée serait représentée par $\frac{A\ B\ C\ D\ E}{HO\ A^2\ B^1}$; la quatrième, par $\frac{A\ B\ C\ D\ E}{HO\ A^3\ B^2\ C^1}$; la cinquième, par $\frac{A\ B\ C\ D\ E}{HO\ A^4\ B^3\ C^2\ D^1}$.

Au commencement de la deuxième période de soixante heures, le marc de A serait porté dans le cuvier d'épuisement et remplacé par du salin neuf, sur lequel on ferait arriver le produit E^1 venant de l'action du liquide D^1 sur le filtre E. De l'eau, de premier épuisement, serait versée sur B, et les autres solutions suivraient leur ordre. Le soutirage du liquide à cristalliser se ferait toutes les douze heures, à partir de ce moment, sur les filtres indiqués en caractères plus tranchés, dans le tableau suivant, dressé pour donner un aperçu synoptique de cinq périodes de soixante heures.

TABLEAU SYNOPTIQUE

du lessivage méthodique du salin de mélasse.

Première période de 60 heures.	de 0^h à 12^h...	$\frac{A}{HO}$	$\frac{B}{0}$	$\frac{C}{0}$	$\frac{D}{0}$	$\frac{E}{0}$
	de 12^h à 24^h..	$\frac{A}{HO}$	$\frac{B}{A^1}$	$\frac{C}{0}$	$\frac{D}{0}$	$\frac{E}{0}$
	de 24^h à 36^h..	$\frac{A}{HO}$	$\frac{B}{A^2}$	$\frac{C}{B^1}$	$\frac{D}{0}$	$\frac{E}{0}$
	de 36^h à 48^h..	$\frac{A}{HO}$	$\frac{B}{A}$	$\frac{C}{B^2}$	$\frac{D}{C^1}$	$\frac{E}{0}$
	de 48^h à 60^h..	$\frac{A}{HO}$	$\frac{B}{A^4}$	$\frac{C}{B^3}$	$\frac{D}{C^2}$	$\frac{E}{D^1}$
Deuxième période de 60 heures.	de 60^h à 72^h..	$\frac{A}{E^1}$	$\frac{B}{HO}$	$\frac{C}{B^4}$	$\frac{D}{C^3}$	$\frac{E}{D^2}$
	de 72^h à 84^h..	$\frac{A}{E^2}$	$\frac{B}{A^1}$	$\frac{C}{HO}$	$\frac{D}{C^4}$	$\frac{E}{D^3}$
	de 84^h à 96^h..	$\frac{A}{E^3}$	$\frac{B}{A^2}$	$\frac{C}{B^1}$	$\frac{D}{HO}$	$\frac{E}{D^4}$
	de 96^h à 108^h.	$\frac{A}{E^4}$	$\frac{B}{A^3}$	$\frac{C}{B^2}$	$\frac{D}{C^1}$	$\frac{E}{HO}$
	de 108^h à 120^h.	$\frac{A}{HO}$	$\frac{B}{A^4}$	$\frac{C}{B^3}$	$\frac{D}{C^2}$	$\frac{E}{D^1}$
Troisième période de 60 heures.	de 120^h à 132^h.	$\frac{A}{E^1}$	$\frac{B}{HO}$	$\frac{C}{B^4}$	$\frac{D}{C^3}$	$\frac{E}{D^2}$
	de 132^h à 144^h.	$\frac{A}{E^2}$	$\frac{B}{A^1}$	$\frac{C}{HO}$	$\frac{D}{C^4}$	$\frac{E}{D^3}$
	de 144^h à 156^h.	$\frac{A}{E^3}$	$\frac{B}{A^2}$	$\frac{C}{B^1}$	$\frac{D}{HO}$	$\frac{E}{D^4}$

Troisième période de 60 heures.	de 156ʰ à 168ʰ.	$\frac{A}{E^4}$	$\frac{B}{A^3}$	$\frac{C}{B^2}$	$\frac{D}{C^1}$	$\frac{E}{HO}$
	de 168ʰ à 180ʰ.	$\frac{A}{HO}$	$\frac{B}{A^4}$	$\frac{C}{B^3}$	$\frac{D}{C^2}$	$\frac{E}{D}$
Quatrième période de 60 heures.	de 180ʰ à 192ʰ.	$\frac{A}{E^1}$	$\frac{B}{HO}$	$\frac{C}{B^4}$	$\frac{D}{C^3}$	$\frac{E}{D^2}$
	de 192ʰ à 204ʰ.	$\frac{A}{E^2}$	$\frac{B}{A^1}$	$\frac{C}{HO}$	$\frac{D}{C^4}$	$\frac{E}{D^3}$
	de 204ʰ à 216ʰ.	$\frac{A}{E^3}$	$\frac{B}{A^2}$	$\frac{C}{B^1}$	$\frac{D}{HO}$	$\frac{E}{D^4}$
	de 216ʰ à 228ʰ.	$\frac{A}{E^4}$	$\frac{B}{A^3}$	$\frac{C}{B^2}$	$\frac{D}{C^1}$	$\frac{E}{HO}$
	de 228ʰ à 240ʰ.	$\frac{A}{HO}$	$\frac{B}{A^4}$	$\frac{C}{B^3}$	$\frac{D}{C^2}$	$\frac{E}{D^1}$
Cinquième période de 60 heures.	de 240ʰ à 252ʰ.	$\frac{A}{E^1}$	$\frac{B}{HO}$	$\frac{C}{B^4}$	$\frac{D}{C^3}$	$\frac{E}{D^2}$
	de 252ʰ à 264ʰ.	$\frac{A}{E^2}$	$\frac{B}{A^1}$	$\frac{C}{HO}$	$\frac{D}{C^4}$	$\frac{E}{D^3}$
	de 264ʰ à 276ʰ.	$\frac{A}{E^3}$	$\frac{B}{A^2}$	$\frac{C}{B^1}$	$\frac{D}{HO}$	$\frac{E}{D^4}$
	de 276ʰ à 288ʰ.	$\frac{A}{E^4}$	$\frac{B}{A^3}$	$\frac{C}{B^2}$	$\frac{D}{C^1}$	$\frac{E}{HO}$
	de 288ʰ à 300ʰ.	$\frac{A}{HO}$	$\frac{B}{A^4}$	$\frac{C}{B^3}$	$\frac{D}{C^2}$	$\frac{E}{D^1}$

Par la simple inspection de ce tableau, on peut voir que, à partir de la fin de la première période, qui peut être regardée comme une véritable *mise en train*, l'opération se reproduit dans le même ordre, d'une manière continue et sans aucune interruption.

On n'aura plus, à la vérité, affaire qu'à un seul liquide; mais cela n'est-il pas de beaucoup préférable à la marche habituelle, et n'est-ce pas une véritable simplification, sans parler des considérations économiques?

Il suffirait, pour guider l'ouvrier, de peindre sur chaque filtre la lettre qui le désigne, et de placer à sa portée le tableau des opérations qui ne varient jamais, une fois qu'elles sont en train, ce qui constitue une véritable routine, par laquelle le travail est bientôt rendu facile aux moins intelligents.

La seule différence chimique à introduire dans le travail consiste à employer une quantité d'eau suffisante pour ne porter qu'à 30° B. la solution résultat, afin de dissoudre le sulfate de potasse, qui serait très-peu soluble dans les liquides à 40°.

On comprend donc la marche à suivre pour se tenir toujours dans les mêmes conditions et faire marcher constamment le liquide à la rencontre de matières de plus en plus riches, pendant que les matières les plus épuisées sont traitées par de l'eau, c'est-à-dire par le liquide le moins chargé possible, ce qui est l'accomplissement du principe d'épuisement méthodique.

Ce principe est celui-ci, qui est de toute vérité pratique :

Un liquide donné, employé comme menstrue pour dissoudre des substances solubles, n'en dissoudra, au maximum, que jusqu'à saturation, point qu'il tend à atteindre, s'il est en présence d'un excès de matière soluble, tandis que, s'il rencontre un liquide moins riche, moins saturé, il perd de sa richesse en se mettant en équilibre de saturation.

Quatrième opération.—Cristallisation et séparation.—Comme nous avons indiqué les deux marches à suivre, l'une, avec deux solutions E et F, les eaux faibles G servant indéfiniment à l'arrosement de nouveau salin; l'autre, avec une seule densité de produit, nous devons voir quelle est la manière dont on conduira la cristallisation dans les deux cas.

Dans le premier cas, les solutions à 40° B. sont rapprochées, ou concentrées dans des chaudières plates, jusqu'à ce qu'elles aient atteint une densité de 44°-45°. On les envoie alors dans un cristallisoir, où elles déposent abondamment du chlorure de potassium KCl.

Les eaux-mères sont décantées et reportées à la chaudière

pour y être concentrées jusque vers 50° B. On les met en cristallisation, et elles donnent, en soixante ou soixante-douze heures, une belle cristallisation de carbonate double de potasse et de soude : $KO.CO^2,NaO.CO^2,12HO$.

Les eaux-mères de cette seconde cristallisation renferment du carbonate de potasse, que l'on fait évaporer à siccité dans une chaudière plate en fonte, avec la précaution de remuer jusqu'à la fin. La matière est alors soumise à la calcination, à la granulation et au blanchiment, dans un four à réverbère analogue à celui qui est représenté par la figure 77 ci-dessus. Cette potasse est égale en qualité aux plus belles sortes du commerce, et elle est vendue sous le nom de *salin de potasse épuré*. Elle porte 69° à 70° alcalimétriques, et offre la composition moyenne suivante sur 100 parties :

Carbonate de potasse	76,440
Carbonate de soude	16,330
Sulfate de potasse	1,197
Chlorure de potassium	4,160
Eau hygroscopique	0,600
Substances insolubles et perte	1,149

Quant au carbonate double, on le fait dissoudre à chaud dans une quantité d'eau suffisante, et on le soumet à une nouvelle cristallisation qui a pour résultat de donner un nouveau carbonate double beaucoup plus pauvre en potasse, et une eau-mère qui renferme, au contraire, beaucoup de ce dernier sel. Cette eau-mère est réunie à celle à 50° qui fournit le salin de potasse épuré dont nous venons de parler.

Le carbonate double cristallisé est fondu dans son eau de cristallisation, et il laisse déposer du carbonate de soude moins hydraté NaO,CO^2HO : l'eau-mère est une dissolution de carbonate de potasse, que l'on réunit de même aux eaux qui doivent fournir le salin épuré.

Le carbonate de soude est séché et livré au commerce à l'état de sel de soude. Il renferme sur 100 parties :

Carbonate de soude	59,000
Carbonate de potasse	7,410
Sulfate de potasse	0,896
Chlorure de potassium	10,400
Eau combinée et hygroscopique	21,400
Matières insolubles et perte	0,894

Le chlorure de potassium KCl, qui a déposé le premier des

solutions rapprochées à 45° B., est lavé avec le moins d'eau possible, puis on le fait sécher, et il est propre à être livré au commerce.

Il est évident que, si l'on voulait purifier complétement ces produits, il faudrait les soumettre à une nouvelle cristallisation, puis les laver avec une dissolution saturée appropriée à la nature du sel que l'on traite.

Quant aux solutions à 26° B., on les rapproche jusque vers 38°-39° chaud et on les abandonne au refroidissement qui leur fait déposer du sulfate de potasse. Après cette cristallisation, on les réunit aux solutions à 40° pour en extraire les mêmes sels par les mêmes moyens.

Le sulfate de potasse n'a besoin que d'un simple lavage avec peu d'eau, pour devenir commercial par la dessiccation.

Deuxième cas. — Le traitement des produits uniques à 28° ou 30° est très-simple. . . . .

Première concentration à 38°-39°, qui fournit du sulfate de potasse.

Deuxième concentration à 45°, qui donne du chlorure de potassium.

Troisième concentration à 50°, qui fournit du carbonate double et des eaux-mères pour salin de potasse.

Traitement du carbonate double, comme dans le cas précédent, et réunion des eaux-mères à salin.

Si l'on voulait purifier le salin de potasse, déjà épuré, il conviendrait de l'arroser avec le moins d'eau possible à froid; la solution n'attaquerait que fort peu le sulfate de potasse et le chlorure de potassium, mais il resterait encore une proportion notable de carbonate de soude, qu'il serait assez difficile d'éliminer. Heureusement que la présence de ce carbonate avec celui de potasse n'offre pas d'inconvénients pour les usages industriels de ces sels.

Dans les applications chimiques, le moyen le plus simple consisterait à transformer le mélange de carbonates en acétates des mêmes bases. En laissant ce mélange salin exposé à l'air humide, l'acétate de potasse se résout en liquide, et la liqueur, desséchée, fournit du carbonate de potasse aussi pur que celui que l'on prépare avec la crème de tartre.

Nous n'avons pas à nous occuper ici des usages fort nom-

breux des carbonates alcalins; il suffit que nous ayons tracé la méthode de traitement à suivre pour extraire les sels utiles des vinasses résidus; mais, comme les salins, la potasse et la soude se vendent ordinairement à raison de ce qu'on appelle leur richesse alcalimétrique, nous allons exposer les moyens de s'en assurer et de trouver leur titre par les méthodes de l'alcalimétrie.

Alcalimétrie. — C'est à Descroizilles aîné que l'on doit la découverte de la méthode alcalimétrique, par laquelle il donna, en 1804, le moyen pratique et facile de reconnaître la proportion de potasse et de soude réelles renfermées dans les potasses et les soudes du commerce, ou leurs carbonates.

Son instrument, qu'il appela alcalimètre (fig. 78), était basé sur ce principe, que les quantités d'alcali pur ou de carbonate contenues dans les soudes et les potasses du commerce sont en proportion avec la quantité d'acide nécessaire pour en opérer la saturation ou la neutralisation. Il consistait en une éprouvette à pied, munie d'un bec, de $0^{m},25$ de hauteur et de $0^{m},02$ de diamètre, et divisée, à partir du haut, en 72 divisions de un demi-gramme d'eau distillée ou de un demi-centimètre cube. On remplit ce tube avec une liqueur appelée *liqueur alcalimétrique*, formée de neuf parties d'eau et de une partie en poids d'acide sulfurique concentré, à 66° B. SO^3HO.


Fig. 78.

Préparation de la liqueur alcalimétrique. — On introduit un demi-litre d'eau distillée dans un flacon A (fig. 79), on y verse ensuite, en agitant la liqueur, 100 grammes d'acide sulfurique à 66°, ce qui correspond à 54 centimètres cubes. Cela fait, on laisse refroidir le mélange jusqu'à + 15° et l'on achève de remplir le vase avec de l'eau jusqu'au point de repère *a* qui marque le volume exact d'un litre. On conserve dans un flacon bouché, pour l'usage.


Fig. 79.

Cette liqueur contient donc $0^{gr},10$ d'acide sulfurique par centimètre cube. Descroizilles en introduisait dans l'alcali-

mètre jusqu'au niveau supérieur indiqué par le 0 de l'instrument.

Pour faire l'essai d'une potasse, on en pèse 10 grammes, que l'on fait dissoudre dans 50 centimètres cubes d'eau distillée, en favorisant la dissolution par l'agitation. On y ajoute alors une quantité égale d'eau distillée pour compléter le volume de 1 décilitre; puis, après avoir agité, on laisse déposer.

Lorsque la liqueur est éclaircie, on en mesure exactement 50 centimètres cubes, que l'on verse dans une capsule, un verre ordinaire, ou un verre à expériences.

On prend alors l'alcalimètre de la main gauche et l'on verse de la liqueur alcalimétrique dans la solution de potasse, que l'on agite avec une baguette de verre, pour hâter le dégagement de l'acide carbonique. Lorsque ce dégagement diminue, on ne verse plus la liqueur acide que goutte à goutte, en agitant continuellement, puis, en même temps, on s'assure du point de saturation. Pour cela, à chaque goutte que l'on verse, après avoir agité, on trace avec l'agitateur un trait sur un papier bleu de tournesol collé. On note le volume accusé par l'alcalimètre lorsque le trait fait passer le papier au violet, puis on continue à verser de la liqueur acide, goutte par goutte, en agitant avec soin et faisant un trait à chaque fois sur le papier bleu et notant le volume de l'instrument, jusqu'à ce que l'on soit arrivé au rouge clair, dit *pelure d'oignon*. Parmi les nuances obtenues, on choisit le violet rougeâtre et l'on regarde quel est le chiffre noté qui y correspond.

Soit le volume indiqué égal à 65, on en conclura que la potasse essayée est à 65° *alcalimétriques*, c'est-à-dire qu'elle est saturée par les 0, 65 de son poids d'acide sulfurique.

Nous savons, en effet, que chaque demi-centimètre cube de la liqueur acide contient $0^{gr},05$ ou $\frac{1}{10}$ de son poids d'acide sulfurique; nous en avons versé 65 fois cette mesure pour saturer 50 centimètres cubes de la liqueur essayée, c'est-à-dire une quantité de 5 grammes, ou bien de 100 demi-décigrammes, ou $0,05 \times 100$ de potasse à essayer : nous en concluons que chaque mesure de 1 demi-centimètre cube de la liqueur acide contient, *en acide sulfurique*, de quoi neutraliser $\frac{1}{100}$ ou 0,01 du poids de la potasse.

Nous pouvons, de là, passer très aisément au poids direct de la potasse, ou du carbonate de potasse contenu dans la prise d'essai. Sachant, en effet, que 612,50 d'acide à 66° répondent à 590 de potasse pure KO et à 865 de carbonate, les deux équations suivantes nous donneront les chiffres proportionnels à 5 centigrammes d'acide sulfurique, ou à 1/2 centimètre cube de la liqueur alcalimétrique :

$$612,5 : 590 :: 0,05 : x = 0,048179$$

de potasse pure anhydre.

$$612,5 : 865 :: 0,05 : x = 0,0706122$$

de carbonate de potasse pur et anhydre.

Nous n'avons plus qu'à multiplier ces chiffres par le nombre de degrés employés de la liqueur alcalimétrique pour savoir que la potasse essayée renferme $65 \times 0,048179 = 3^{gr},131635$ de potasse, ou $65 \times 0,07006122 = 4^{gr},589793$ de carbonate de la même base sur la quantité essayée, qui est de 5 grammes. La multiplication par 20 nous fait voir que la matière essayée contient, sur 100 parties, 62,6327 de potasse anhydre pure, ou 91,79586 de carbonate pur.

On procède pour les soudes comme pour les potasses, et la différence n'existe que dans le calcul à faire : pour apprécier la proportion de soude contenue dans un essai, il suffit de savoir que chaque degré alcalimétrique correspond à $0^{gr},0316$ de soude pure NaO, ou à $0^{gr},0540481$ de carbonate pur anhydre $NaO.CO^2$.

M. Gay-Lussac, dont les remarquables travaux ont porté une si grande lumière sur une foule de questions relatives à la science appliquée, a perfectionné la méthode de Descroizille; et les modifications qu'il y a apportées permettent de lire directement les centièmes de potasse pure ou de soude pure renfermée dans l'essai.

Pour cela, il faut procéder de la manière suivante.

Méthode de Gay-Lussac. — On prend de l'alcali à essayer un poids équivalent à celui de l'acide, c'est-à-dire tel que, s'il était chimiquement pur, les 100 divisions ou 50 centimètres cubes de la liqueur acide le neutraliseraient exactement. Ce poids théorique serait de $3^{gr},16$ pour la soude et de $4^{gr},8179$ pour la

potasse, en supposant, comme il est facile de le voir, ces deux oxydes anhydres.

On prend de l'essai, dix fois l'une ou l'autre de ces quantités, selon que l'on opère sur la soude ou la potasse, c'est-à-dire 31gr,60 pour la soude, ou 48gr,177 pour la potasse, et l'on fait dissoudre l'échantillon dans l'eau, que l'on ajoute par petites portions, en broyant la matière dans un mortier de verre ou de porcelaine, jusqu'à ce que toute la portion soluble soit bien dissoute. Le volume total est porté à un demi-litre ou 500 centimètres cubes.

On filtre, après avoir agité; puis, on mesure 50 centimètres cubes ou 100 demi-centimètres de la liqueur. Cette quantité répond au dixième de la prise d'essai, soit à 3gr,16 de soude ou à 4gr,8179 de potasse, selon le cas et, si la matière était pure, il faudrait, pour la saturer, employer 100 demi-centimètres cubes de la liqueur acide. Chaque division employée, ou chaque demi-centimètre cube, correspond donc à 1 centième d'alcali pur contenu sous la forme d'alcali ou de carbonate alcalin dans la matière essayée.

On procède, pour le mélange de la liqueur acide, pour la neutralisation de la solution alcaline, comme dans la méthode de Descroizilles; mais le nombre des divisions de liqueur acide, que l'on a versées pour amener la teinture ou le papier de tournesol au rouge naissant bien net, indique le nombre de centièmes d'alcali pur contenu dans l'essai.

Un procédé très-commode consiste à verser dans la liqueur alcaline quelques gouttes de teinture de tournesol, dont la coloration en rouge violacé annonce la fin de l'expérience. Il est entendu que l'on ne doit verser l'acide qu'avec précaution et goutte à goutte, lorsque l'effervescence commence à se calmer.

Si, par hasard, on avait à apprécier la valeur alcaline de potasse ou de soude, contenant de l'alcali caustique, circonstance qui en élève le prix commercial, il faudrait faire l'essai en deux fois. Après avoir pesé 3gr,16 de la soude essayée, ou 4gr,8179 de la potasse, on traiterait par l'alcool à 36°, avec lequel on laverait l'échantillon à plusieurs reprises. On triture l'essai avec de l'alcool dans un petit mortier, puis on le jette sur un petit filtre; on lave le mortier avec du même alcool et l'on en verse à plusieurs reprises sur le filtre.

La liqueur alcoolique renferme l'alcali caustique et le carbonate, insoluble dans l'alcool, est resté sur le filtre.

On fait d'abord l'essai de la solution alcoolique, de la même manière que nous avons dit tout à l'heure, et l'on note le résultat. On fait ensuite dissoudre dans l'eau le carbonate resté sur le filtre; on l'essaye et on prend note du degré.

Les deux notations réunies forment le degré centésimal de l'essai.

CHAPITRE IV.

Préparation des sucres non prismatiques.

Pendant la période désastreuse où le commerce français était frappé par une sorte de prohibition générale, la disette du sucre solide se faisait si vivement sentir, ainsi que celle de la plupart des autres denrées, que l'on tenta, pour ainsi dire, toutes les voies et tous les essais possibles, afin de suppléer à l'insuffisance des approvisionnements et de s'opposer à une crise imminente. Le zèle ne fit défaut ni aux hommes de science ni aux hommes de pratique; le gouvernement encouragea lui-même les chercheurs par des récompenses et des distinctions; les personnages les plus haut placés ne craignirent pas de se mettre à l'œuvre aussi bien que les nouveaux venus dans la carrière; tous rivalisèrent d'efforts et de persévérance : aussi les résultats ne mentirent pas à une volonté énergique, et de cette époque datent pour la France et l'Europe les plus glorieuses conquêtes de l'industrie.

Le miel, ce sucre des anciens, devait naturellement se présenter à l'esprit le premier pour remplacer les produits de la canne indienne, à laquelle une humble racine ne faisait pas encore une concurrence redoutable; on chercha à le purifier, à le réduire en sirop applicable à divers usages, à en extraire le sucre concret... Le moût de raisin fut mis à l'étude presque en même temps, les jus sucrés des fruits furent traités à leur tour et, pendant le temps employé à ces recherches industrielles, la découverte de Kirchhoff grandissait par les travaux

des chimistes allemands, et bientôt elle allait constituer une riche et nouvelle branche de l'industrie européenne.

Aujourd'hui les sirops et sucres de miel, de raisin et de fruits, sont peu employés, et c'est à tort bien certainement que ces produits peu coûteux et d'une facile préparation ont à peu près été abandonnés : le sirop de miel et celui de raisin pourraient rendre des services utiles dans les campagnes et parmi la population ouvrière, à raison de leurs propriétés hygiéniques. Les jus de fruits, concentrés avec le soin convenable, seraient peut-être la plus saine des confitures pour les enfants, dont l'alimentation est si peu variée dans certaines classes des populations.

Quoi qu'il en soit, la transformation de la fécule en glucose a conquis depuis longtemps sa place industrielle, et l'importance de ce produit pour la fabrication de la bière, des alcools, etc., pour l'amélioration des boissons spiritueuses et la fabrication des sirops médicamenteux ou rafraîchissants, prend tous les jours de plus vastes proportions.

C'est à l'étude rapide de ces produits et à l'examen des divers procédés de préparation usités que nous consacrons ce chapitre, bien que les sucres différents du sucre cristallisable, à l'exception du glucose, aient beaucoup perdu de leur importance industrielle.

I. — SIROP ET SUCRE DE MIEL.

Dans sa séance générale du 4 septembre 1811, la Société d'encouragement proposait en ces termes un prix pour la purification du miel :

« Le miel qui, avant l'introduction du sucre de canne en Europe, était la seule substance sucrée dont on se servît pour condiment, pourrait aussi contribuer pour beaucoup *à remplacer en ce moment le sucre d'Amérique :* pour cet effet, il serait à désirer qu'il fût assez abondant et que ses qualités fussent toujours semblables ; mais le travail relatif aux abeilles a beaucoup diminué, et la saveur du sucre de canne, à laquelle on s'est habitué, a trop généralement fait rejeter l'emploi du miel et déprécier sa saveur. Cette saveur est, en effet, moins agréable que celle du sucre et, d'ailleurs, elle varie beaucoup suivant les pays dont le miel est originaire, et suivant les moments de

sa récolte. Dans les contrées marécageuses et humides, les miels sont bruns et ont un goût de manne et nauséabond ; aux époques où les abeilles recueillent les fleurs du tilleul, du sarrasin et de plusieurs autres plantes estivales, le miel prend une couleur brune et une saveur peu agréable ; enfin, on compte facilement les cantons qui fournissent de très-bons miels, soit par leur exposition naturelle, soit par les soins bien entendus des propriétaires d'abeilles, et, malheureusement, il paraît que ce sont les pays dans lesquels on entretient le plus de ruches qui fournissent les miels les moins bons. Il serait donc d'un très-grand intérêt de pouvoir trouver un procédé économique pour purifier les miels et pour les ramener tous au même état, soit sous forme concrète, soit sous celle de sirop.

« Déjà des tentatives ont été faites dans cette vue ; mais on n'a pas encore obtenu des résultats assez satisfaisants. La Société croit devoir appeler sur ce sujet l'attention des hommes instruits, et elle se propose de décerner dans sa séance générale du mois de juillet 1812 un prix de *mille francs* à celui qui aura indiqué un procédé bon et économique pour purifier toute espèce de miel, en le réduisant soit à l'état concret soit à celui de sirop. Les concurrents devront détailler dans un mémoire les moyens qu'ils ont employés, afin que leurs procédés puissent être répétés par les commissaires de la Société. Ils joindront à leur mémoire des échantillons des miels bruts sur lesquels ils auront opéré, et des résultats qu'ils auront obtenus : chacun de ces échantillons devra être du poids de 1 kilogramme au moins. »

En décembre de cette année, M. Thénard communiqua le procédé suivant pour la purification du miel.

Prenez : Miel	6 livres.		
Eau	1	12 onces.	
Craie réduite en poudre		2	4 gros.
Charbon pulvérisé lavé et desséché		5	
Trois blancs d'œufs battus dans l'eau		8	

« On met le miel, l'eau et la craie dans une bassine de cuivre, dont la capacité doit être d'un tiers plus grande que le volume du mélange, et on fait bouillir le mélange pendant deux minutes. Ensuite on jette le charbon dans la liqueur, on le mêle intimement avec une cuiller, et on continue l'ébullition pen-

dant deux autres minutes, après quoi on ajoute le blanc d'œuf; on le mêle avec le même soin que le charbon et on continue de faire bouillir encore pendant deux minutes; alors on retire la bassine de dessus le feu; on laisse refroidir la liqueur environ un quart d'heure, et on la passe à travers une étamine, en ayant soin de remettre sur l'étamine les premières portions qui filtrent, par la raison qu'elles entraînent toujours avec elles un peu de charbon. Cette liqueur ainsi filtrée est le sirop convenablement cuit.

« Une portion du sirop reste sur l'étamine, adhérant au charbon, à la craie et au blanc d'œuf; on l'en sépare par l'un des deux procédés suivants.

« *Premier procédé.* — On verse sur les matières de l'eau bouillante jusqu'à ce qu'elles n'aient plus de saveur sucrée; on réunit toutes les eaux de lavage et on les fait évaporer à grand feu en consistance de sirop. Ce sirop ainsi cuit contracte une saveur de sucre d'orge, et ne doit point être mêlé par cette raison avec le premier.

« *Deuxième procédé.* — On verse en deux fois sur les matières précédentes autant d'eau bouillante qu'on en emploie pour purifier la quantité de matière sur laquelle on a opéré; on la laisse filtrer et égoutter; on soumet le résidu à la presse, on réunit toutes les eaux, et l'on s'en sert pour une autre purification.

« OBSERVATIONS. — 1° Le sirop fait par le procédé qu'on vient de décrire est d'autant meilleur que le miel dont on se sert est de qualité supérieure. Celui qu'on obtient avec le miel gâtinais et, à plus forte raison, avec le miel de Narbonne, ne peut être distingué du sirop de sucre. Celui qu'on obtient avec le miel de Bretagne n'est pas bon. ....

« 2° Avant de se servir de l'étamine, lorsqu'elle est neuve, il est nécessaire de la laver à plusieurs reprises avec de l'eau chaude, autrement elle communiquerait une saveur désagréable au sirop, parce que dans cet état elle contient toujours un peu de savon.

« 3° Il faut que le charbon qu'on emploie soit bien pilé, lavé et desséché, sans cela l'opération ne réussirait qu'en partie. »

Ainsi qu'on peut s'en apercevoir, le procédé de M. Thénard

ne répondait pas entièrement au *desideratum* exprimé, puisque *le sirop fait avec le miel de Bretagne n'était pas bon*...

Les mémoires présentés n'ayant obtenu que des mentions honorables, le prix proposé fut porté à *deux mille francs* et renvoyé à l'année 1813.

Dans la séance du 6 octobre 1813, il fut donné lecture d'un rapport sur cinq mémoires renfermant chacun un procédé de purification du miel ; voici les bases de ces divers procédés.

Premier procédé. — Faire dissoudre le miel dans l'eau saturée d'acide sulfureux, clarifier la liqueur avec les blancs et les jaunes d'œufs, le marbre en poudre, puis le charbon grossièrement pulvérisé. Concentrer et filtrer. Agir rapidement et sur de petites masses.

Ce sirop conserve une saveur de miel et, de plus, il présente l'odeur et la saveur de l'acide sulfureux.

Deuxième procédé. — Dissoudre le miel dans une partie et demie d'eau, ajouter du blanc d'œuf et du noir animal, cuire et filtrer...

Le sirop n'a rien perdu de l'arome du miel.

Troisième procédé. — Emploi du lait de vache.

Quatrième procédé.—Emploi du lait, du carbonate de chaux et du sulfate d'alumine... L'arome du miel n'a pas disparu, et le procédé paraît trop coûteux.

Cinquième procédé. — Traiter le miel par un mélange de charbon de bruyère et de charbon d'os, clarifier au blanc d'œuf, cuire et filtrer...

Le sirop conserve une saveur miellée.

La *Restauration* avait lieu !... aucun concurrent ne se présenta, ou du moins ne fut-il plus fait aucune mention de ce prix pour un procédé auquel on avait attaché une si haute importance; on était arrivé au premier chant de la palinodie[1]... Il est juste de croire cependant que, sans les événements

1. On ne peut lire sans dégoût les choses qui se sont dites à cette fatale période de notre histoire française. Ceux-là mêmes qui encensaient les autels du grand capitaine quelques années, quelques mois, quelques semaines auparavant, recoururent aux règles surannées de la *poétique* pour adresser leurs banales adulations à Louis XVIII, à l'empereur de Russie, à celui d'Autriche, à qui en voulait et à qui n'en voulait pas.... Napoléon avait eu de grands torts, peut-être; mais ce n'était pas une raison pour que certaines gens ou-

de cette triste époque, le problème aurait été résolu d'une manière satisfaisante, et que la culture des abeilles aurait pu trouver dans ce fait un encouragement sérieux.

A côté du procédé de M. Thénard on rencontre celui de M. Borde, plus moderne, mais s'appliquant aux miels de qualité inférieure.

Prenez : Miel	....	10 livres.
Charbon végétal pulvérisé...		10 onces.
Charbon animal pulvérisé...		5 onces.
Acide nitrique à 30° ou 32°.		10 gros.
Eau......................		10 onces.

Triturez, dans un mortier de porcelaine, les deux espèces de charbon ensemble, avec l'acide nitrique et l'eau, puis ajoutez le miel. Faites ensuite chauffer, pendant huit ou dix minutes, dans une bassine étamée, sans toutefois porter à l'ébullition; ajoutez alors 50 onces de lait dans lequel vous aurez délayé un ou deux blancs d'œufs. Faites bouillir pendant quatre ou cinq minutes, retirez du feu et filtrez.

Ce sirop conserve de l'acide nitrique, du sucre de lait, etc. Il est loin d'être pur, et le procédé de M. Borde ne doit pas être employé, bien que le sirop de miel obtenu paraisse susceptible d'une bonne conservation.

Le miel, avons-nous dit, est un mélange de sucre liquide et de glucose contenant en outre des matières extractives et aromatiques... On pourrait aller plus loin, et dire que le miel n'est autre chose qu'une dissolution, plus ou moins concentrée et aromatisée, d'un sucre concret dans un sucre liquide, ce qui serait plus exact.

On comprend les différences que le climat, la saison, la température, la nature des plantes avoisinantes, etc., peuvent

blissent si vite sa gloire, sa grandeur et ses bienfaits réels. L'intérêt même de la France exigeait que l'on ne foulât pas aux pieds les belles institutions qu'il avait créées, les grandes idées sociales ou industrielles dont il avait été l'instigateur. C'est à cette haine aveugle et absurde des *restaurateurs* de l'ancien régime que la sucrerie indigène a dû les mauvais jours qui l'ont poursuivie pendant si longtemps. Aujourd'hui encore, après les funestes événements de 1870, nous retrouvons les mêmes passions, aussi mesquines et aussi hideuses, et la mémoire de l'Empereur Napoléon III est attaquée par les mêmes calomnies, déchirée par les mêmes ingratitudes, malgré la prospérité inouïe dont son règne a fait jouir la France, et qui a disparu depuis...

produire dans les différentes sortes de miel : les uns contiennent moins de sucre concret, les autres se prennent en masse et constituent ce que l'on a nommé *les miels grenus*. La coloration et l'arome dépendent plutôt des plantes sur lesquelles les abeilles ont butiné, que du climat où elles vivent; mais il est d'observation que, dans les années pluvieuses, dans les contrées humides, dans les endroits marécageux, le miel a plus de tendance à rester sirupeux et à ne pas passer à l'état cristalloïde. C'est le contraire dans les circonstances opposées.

Quelques personnes ont pensé que l'extraction du sucre de miel ne pouvait *jamais* acquérir une grande importance; cela peut être exact dans certaines circonstances; mais d'une manière générale, cette proposition est exagérée. On comprend aisément que, dans nombre de contrées, sous l'influence d'un régime fiscal semblable à celui qui régit la sucrerie, le sucre, ce luxe du pauvre, lui soit tout à fait inconnu. Le nombre est grand, en France, en Angleterre et ailleurs, de ceux qui ne connaissent la vie actuelle que de loin, si toutefois ils la connaissent. Le nombre est grand des malheureux qui végètent, qui ne connaissent ni le pain, ni la viande, ni le sucre... On les compte par millions ceux qui, dans leurs maladies, dans les indispositions de leurs enfants, n'ont pas à leur disposition un morceau de sucre, une goutte de sirop, pour adoucir l'amertume des remèdes, calmer l'ardeur de la fièvre, ou corriger la crudité de l'eau qui est, souvent, leur unique médicament.

Le miel serait le sucre de ceux-là, dont la valeur, aux yeux de la raison et de l'humanité, est égale à celle de tous autres, sinon supérieure à celle de beaucoup.

Le sucre de miel, isolé à l'état concret, laisserait un sirop excellent, qui servirait à préparer des boissons fortifiantes et agréables, à conserver une multitude de fruits, qui seraient aussi agréables à la bouche du pauvre qu'à celle du riche.

La prospérité de l'agriculture en particulier, parmi les branches de l'industrie agricole, a toujours été l'indice du bonheur relatif dans les campagnes... Nous sommes tombés bien bas sous ce rapport.

Les passions, échappées des villes comme de la boîte fatale de nouvelles Pandores, ont atteint les vallées les plus reculées;

la paix en a fui les calmes asiles, et aujourd'hui on y rencontre les haines, les ambitions, l'avarice et l'envie... l'abeille a disparu!

La plus profitable des industries s'est évanouie, et c'est à peine s'il en reste des vestiges. La Pologne est au-dessus de la France dans cette branche, qui faisait autrefois la richesse de nos provinces.

Le miel vaut aujourd'hui depuis 1 fr. 50 c. jusqu'à 2 francs, lorsque sa production serait largement rémunérée à 30 centimes dans un pays tel que le nôtre.

On a essayé de retirer le sucre concret du miel.

Un premier procédé consistait à préparer une décoction de 2 livres 1/2 de tan dans 75 livres d'eau; on y faisait ensuite dissoudre 25 livres de miel, que l'on faisait bouillir avec du noir d'os ou de charbon pulvérisé, en écumant avec soin; le produit filtré, concentré à consistance sirupeuse, était d'un excellent goût et laissait déposer du sucre concret lorsqu'on le laissait pendant quelques mois en lieu frais et tranquille.

Proust conseillait de séparer le sucre liquide du miel par le moyen de l'alcool qui le dissout aisément.

Nous avons rapporté précédemment le procédé de l'illustre Braconnot.

Tous ces essais nous paraissent assez peu satisfaisants; voici la méthode à laquelle nous donnerions la préférence :

100 parties de miel commun seraient dissoutes dans assez d'eau chaude pour amener la solution à une densité de 20° Baumé; on y ajouterait alors du noir fin et du sang de bœuf en proportion suffisante, puis 2 parties de craie et 1 partie 1/2 d'argile blanche réduite en bouillie claire. On porterait à l'ébullition pendant un quart d'heure, après avoir brassé énergiquement le mélange. La liqueur reposée, et filtrée à + 50° ou + 60°, serait évaporée au bain-marie, puis mise à cristalliser dans des tonneaux, dont le fond serait garni de chevilles. On enlèverait ces chevilles au bout de quelque temps, lorsque la cristallisation ou plutôt la solidification du sucre concret serait terminée.

Après la purge, on verserait sur le produit du sirop préparé avec de l'eau froide tenant en dissolution le maximum de sucre concret de miel.

Après cette clairce, le produit serait pressé ou mieux turbiné,

et desséché à l'étuve. Le sucre concret et le sirop pourraient alors être employés séparément.

Il y aurait un immense avantage, pour les campagnes et les pauvres habitants des provinces et des villages reculés, à ce que cette opération prît une extension suffisante. Ce ne sont pas les pauvres qui consomment le sucre extrait de la canne ou de la betterave; au moins la consommation qu'ils en font n'entre-t-elle que pour un très-faible chiffre dans l'écoulement de ce produit. Le sucre et le sirop de miel pourraient être obtenus à bas prix, de manière que chaque famille de paysans pût en faire sa provision d'une année à l'autre. Il n'y a pas un village, en France, où l'on ne puisse élever assez d'abeilles pour fournir de miel tous ses habitants et obtenir en outre un excédant qui entrerait dans le commerce; ceci est un fait reconnu. Tous les efforts que l'on a tentés jusqu'à présent, pour faire refleurir l'apiculture, n'ont malheureusement consisté qu'en expériences isolées, en beaux discours et autres inutilités.

La prospérité de la culture des abeilles ne peut, dans aucun cas, nuire à la production du sucre, et l'abondance du miel n'empêcherait pas le paysan qui consomme les produits de la canne et de la betterave d'en employer autant et même davantage : personne ne perdrait à ce progrès, et les classes indigentes, malheureuses, y gagneraient au moins la possibilité de se procurer l'usage économique d'une matière sucrée, dont l'utilité n'est pas contestable au point de vue de la santé et de l'hygiène.

II. — SUCRE DE RAISIN.

Quelques mots d'historique nous permettront de pouvoir apprécier cette question, dont l'importance a bien déchu, mais qui ne doit pas moins être appréciée à sa véritable valeur.

On trouve des détails extrêmement curieux dans l'ouvrage de madame Paveri, intitulé *Mémoire sur l'extraction du sucre de raisin* et, bien que l'auteur soit une femme, et peut-être par cette raison même, nous croyons devoir mentionner ici les principaux faits qu'elle signale à l'attention publique.

En 1809, au lieu de ces *concrétions globuleuses* que donnent

les procédés ordinaires, et qui, traitées, dit-elle, par l'alcool, ne laissent qu'une *fécule* qui n'a de saveur qu'autant qu'elle conserve encore un peu de principe sucré, elle trouva, à la surface d'un moût convenablement rapproché, de véritables cristaux d'un *sucre analogue à celui de la canne*, et paraissant disposé comme lui à subir l'opération du terrage.

Le sirop qui avait fourni ces cristaux avait été préparé sans aucun des moyens qu'on a employés depuis, et que l'auteur ne connaissait pas alors; seulement il avait été conservé pendant un an dans un vase cylindrique placé à une température égale, ni trop chaude en été, ni trop froide en hiver.

Madame Paveri fait observer que les raisins qu'elle a employés de préférence étaient mûrs, mais pas plus que ceux qui, en Champagne, servent à faire le vin mousseux, pas plus que la canne à sucre, qu'en Amérique on a soin de ne couper ni trop verte ni trop mûre; elle les a exprimés immédiatement après leur récolte, afin que la matière extractive ne s'unît pas davantage à la matière sucrante, parce que, suivant elle, il résulte de cette union plus de sirop et moins de sucre.

Elle annonce que le *mutage employé*, sans empêcher la fermentation, ne produit pas toujours cet effet, et qu'*il laisse souvent dans le sirop une saveur désagréable*.

Elle préfère clarifier le moût avant de le saturer, en le faisant bouillir dans de grandes chaudières bien étamées. Elle prétend que le moût clarifié par cette méthode se conserve longtemps sans subir la fermentation.

Elle a obtenu des sirops très-blancs de moûts évaporés, tant au bain-marie qu'à feu nu; mais c'est surtout d'un sirop noirci par l'action prolongée du calorique, et qui paraissait brûlé, qu'elle a obtenu le meilleur sucre, ce qu'elle attribue à l'altération que la matière extractive a éprouvée dans cette circonstance, et à l'insolubilité qu'elle a acquise, et qui en occasionne la séparation.

Il y a, suivant elle, quatre moyens d'opérer cette séparation de la matière extractive d'avec la matière sucrante : 1° par le feu; 2° *par les acides*; 3° *par la fermentation*; 4° par la chaux et les lessives *alcalines*.

Si l'on veut employer le calorique, il convient de prolonger l'ébullition du moût saturé et clarifié, et d'ajouter de l'eau vers la fin de la concentration; par ce moyen, une grande partie de

la substance extractive vient nager à la surface du liquide, d'où on l'enlève en écumant, et une autre partie se précipite par le repos; on verse ensuite le sirop, cuit convenablement, dans des vases cylindriques et profonds, qu'on place dans un endroit tempéré, où se fait avec lenteur la cristallisation.

Si l'on veut traiter le moût par les acides, pour lui enlever par coagulation et précipitation la partie extractive, il faut préférer celui du tartre, et d'abord celui qui existe dans le moût lui-même, et qui opère son effet à l'aide de l'ébullition.

Madame Paveri connaît, mais n'approuve pas, l'emploi de l'oxyde rouge de mercure pour remplacer les acides.

Si l'on veut séparer la partie extractive par la fermentation, on attend le moment où le moût commence à se troubler pour le chauffer et le clarifier, et l'on procède ensuite à la saturation, qu'on peut faire à chaud.

Il ne faut pas s'imaginer que le mutisme puisse suppléer aux opérations indiquées; et, en effet, d'un moût muté depuis six ans, et limpide comme de l'eau pure, elle a retiré, en le clarifiant avant la saturation, une quantité étonnante de matière extractive.

Si, au lieu de traiter par la fermentation un moût conservé après son ébullition, elle veut employer celui qui est fraîchement extrait, elle le sature à froid, le décante, le laisse précipiter par le repos, le filtre, et le soumet à la fermentation, qu'elle surveille de près, pour ne pas la pousser jusqu'à la décomposition du moût.

Quant à la séparation de la matière extractive par la chaux suivant le procédé usité pour le vesou, elle est bien persuadée qu'elle peut avoir lieu; mais elle avoue que les succès n'ont pas été constants, et qu'elle n'a pas insisté pour les rendre tels lorsqu'elle a connu les préventions des chimistes sur l'action de la chaux unie au sucre.

Forte de ses expériences, madame Paveri pense que les différentes formes sous lesquelles on obtient, par les procédés ordinaires, la matière sucrante des raisins, doivent être attribuées aux diverses modifications que cette matière reçoit de son union avec la matière extractive.

Si on enlevait totalement celle-ci, le sirop de raisin n'aurait plus d'analogie avec le miel, et n'en aurait ni la saveur, ni l'odeur; il pourrait supporter une température aussi élevée

que celle à laquelle on peut exposer une dissolution de sucre pur.

Mais cette soustraction complète est difficile à opérer parce que la matière extractive est, suivant madame Paveri, composée de deux principes : l'un, la matière végéto-animale de Fabroni, se coagule bien par les acides; mais l'autre, qui est l'extractif proprement dit, ne peut devenir insoluble dans l'eau et dans l'alcool qu'après avoir éprouvé des ébullitions réitérées, qu'après avoir été tourmenté par tous les agents usités.

Quant à la concentration par le feu, elle l'opère en grand comme en petit, à l'aide de bassines et de fourneaux de son invention; elle assure qu'elle obtient un sirop comparable à celui de canne, et qui fournit un sucre cristallisé très-blanc.

Dans un rapport remarquable sur cet ouvrage, l'illustre Parmentier annonce que M. Anglada a fait passer à la Société d'encouragement des *cristaux de sucre de raisin d'une forme régulière.*

Observations. — Nous avouons que nous ne comprenons pas bien la valeur des assertions de madame Paveri. Si l'on traite du sucre de canne par la chaleur, les acides, la fermentation ou les alcalis, on s'expose à en détruire une notable partie et même la totalité, qui est transformée en sucre de fécule, en glucose; comment ces mêmes agents pourraient-ils transformer le sucre de raisin en *sucre cristallisable?*

Nous ne pouvons rien préjuger sur les produits de la cristallisation lente, mais il nous semble qu'*à priori* cette circonstance n'aurait pas une grande influence après les réactions des agents dont il vient d'être parlé.

Il est à peu près certain cependant que madame Paveri avait senti ces difficultés. Elle choisit l'acide tartrique qui n'est pas nuisible au sucre; elle arrête la fermentation au premier trouble, etc. Nous croyons avoir suffisamment exposé notre pensée à l'égard de ces différentes réactions dans les chapitres précédents pour n'avoir pas à y revenir.

Dans le mois d'octobre 1810, un *muid de moût* provenant du raisin rouge de Kœnigswinter, vis-à-vis de Bonn, et pesant 250 livres, fut traité par MM. Servaes et Van Zutphen. Ces messieurs, après avoir saturé le moût par la craie, le condensèrent à 34° bouillant.

La cristallisation n'eut lieu que du milieu à la fin de janvier. Le retard assez considérable de ce phénomène fut attribué à diverses causes, telles que la moindre maturité du raisin, la surabondance du mucilage, et la grande humidité de la température.

Un échantillon traité par diverses pressions consécutives et, en dernier lieu, par un lavage à l'alcool, produisit du *sucre très-pur, d'un goût très-franc et à peu près blanc.*

Le sirop d'égout est, suivant les expérimentateurs, susceptible de remplacer dans tous ses usages la mélasse de canne.

Le précipité obtenu dans le moût par la saturation à l'aide de la craie donna en outre une quantité notable (2 livres 2 onces) de crème de tartre.

Il a été tiré de ce travail les conclusions suivantes :

1° Un *muid* de moût de raisin rouge, recueilli dans un climat froid (pesant 250), a produit d'abord 75 de sirop d'un goût agréable.

2° Ce sirop, converti en moscouade et soumis à plusieurs pressions, a donné 30 parties 1/2 de sucre brut.

3° De ce sucre brut purifié, on a dégagé, en dernier résultat, 14 parties 1/16 d'un sucre pur, *bien cristallisé* et à peu près blanc.

4° Tout ce qui n'a pas été converti en sucre de la première moscouade à travers toutes les manipulations est resté sous forme d'un sirop brun susceptible de plusieurs usages, et d'un poids total de 60 parties.

5° Enfin, on a extrait 2 parties 1/8 de crème de tartre, dont la valeur, excessive alors, couvrait et au delà les frais de fabrication.

Dans la même année 1810, M. Privat aîné, de Mèze (Hérault), traita 20,270 hectolitres de moût de raisins blancs, pour le transformer tant en sirop qu'en sucre concret. Les variétés employées étaient celles connues sous les noms de *picardan* et de *clairette*.

Il commençait par muter le moût à l'aide de l'acide sulfureux produit par la combustion du soufre, et qu'il faisait arriver *à froid* dans la liqueur jusqu'à saturation. Le moût saturé était pompé dans un réservoir, d'où il était amené aux chaudières à clarification. Cette opération se faisait par le mélange,

à froid, avec le moût, d'une certaine quantité de sang de bœuf. Le liquide, porté à l'ébullition après le mélange, donnait des écumes abondantes que l'on enlevait; il était ensuite passé au blanchet, puis dirigé dans un autre réservoir, pour l'alimentation des bassines à évaporer.

Celles-ci, munies d'une double enveloppe renfermant de l'eau, recevaient chacune 80 kilogrammes de moût, qui était évaporé, en 45 ou 50 minutes, au bain-marie, à 36° froid. Le sirop évaporé était placé dans des cuves recouvertes d'une toile où il se refroidissait lentement, et déposait, en se clarifiant, une matière glaireuse.

160,000 kilogrammes de sirop furent convertis en cassonade blonde agréable, d'un raffinage difficile, par la concentration à 33° bouillant, suivie de cristallisation et de pression pour éliminer le sucre liquide.

Cet industriel a remporté le prix de 2,400 francs, proposé par la Société d'encouragement.

On avait dès lors l'opinion que « le raisin ne contient pas de *cristaux* assez abondants et assez solides pour en obtenir un sucre concret bien raffiné; mais que l'on peut en attendre un produit très-avantageux en cassonade, d'un blond agréable. Dans cet état, elle conserve toute sa douceur; mais elle dégénère par le raffinage. »

Malgré tout l'empressement que l'on apportait alors à rechercher les moyens de fabriquer du sirop et du sucre de raisin, on regardait le sucre de betteraves comme infiniment supérieur, par cela seul qu'il peut supporter le terrage et le raffinage; mais Parmentier considérait les *sirops* de raisin comme très-utiles, tant pour la production de la matière sucrante, que pour employer l'excédant de la production vinicole.

Aujourd'hui, ces considérations n'auraient plus la même valeur, puisque, d'une part, le sucre de betteraves peut largement suffire à la consommation, et que, de l'autre, la production du vin est au-dessous des besoins; mais nous ne pouvons passer sous silence la singularité des opinions que l'on s'était faites sur le sucre, dans un temps où la chimie sortait à peine de son berceau.

Au lieu d'apprécier les sucres par leur composition élémentaire, on n'en voyait guère que les qualités physiques exté-

rieures, telles que la saveur, la cristallisation plus ou moins distincte, etc.; de là cette erreur qui fit confondre le glucose du raisin avec le sucre de canne par plusieurs observateurs. Tout le monde sait aujourd'hui à quoi s'en tenir sur ces divers objets.

Il est vrai que le sucre de miel et celui de raisin donnent *souvent des cristaux assez réguliers par une cristallisation très-lente*, et ce fait condamne l'expression de *sucre mamelonné* employé pour désigner le sucre de fécule et ses isomères $C^{12}H^{9}O^{9}+3HO$; mais ces cristaux ne présentent pas de ressemblance notable avec ceux du sucre prismatique, et il est impossible de les confondre.

D'un autre côté, les procédés employés étaient plutôt de nature à transformer le sucre de canne en glucose qu'à produire l'effet contraire, dans le cas où le sucre prismatique aurait préexisté dans le raisin.

Voici l'ensemble des méthodes principales suivies pour la préparation du sirop et du sucre de raisin :

On choisissait les raisins dans un état convenable de maturité, et aussi sains que possible : les blancs étaient préférés. Ils étaient soumis à l'égrappage, puis à l'action du pressoir. Quelquefois, on faisait subir au moût une filtration grossière à travers des paniers garnis de paille, puis on le mutait par l'acide sulfureux, si l'on n'était pas pour le travailler immédiatement, afin d'empêcher la fermentation alcoolique de se produire.

Le mutage se pratiquait de la manière suivante : on brûlait quelques mèches soufrées dans une barrique, puis on introduisait dans le vase la moitié de son volume du moût; on agitait pour favoriser la dissolution du gaz, puis on vidait la futaille, on y brûlait trois ou quatre autres mèches, et le liquide était introduit de nouveau et agité. Une troisième opération semblable terminait le traitement, et le *vin muté* était enfermé dans des barriques soufrées.

On voit que cette opération ne présentait pas les caractères d'un traitement rationnel, car il eût été bien préférable et plus économique de placer le moût dans une série de vases formant une sorte d'appareil de Wolf, et d'y faire arriver jusqu'à saturation un courant de gaz acide sulfureux. Considérée en elle-même, l'opération du mutage n'était pas exempte d'inconvé-

nients, et les moûts retenaient souvent avec opiniâtreté l'odeur et la saveur sulfureuses : on chercha à substituer à l'acide sulfureux l'acide sulfurique, mais plusieurs prétendirent que cet acide détruirait la *matière sucrante.*

Cela aurait été exact, s'il se fût agi de sucre de cannes ; mais ici cette crainte était dénuée de fondement.

Proust et Laroche recommandèrent de substituer le *sulfite de chaux* à l'acide sulfureux. La dose devait être *au moins* d'une *demi-once* pour 100 livres de moût à 8° Baumé, selon Proust, et il prescrivait de ne pas exagérer la dose de ce sel, pour ne pas donner à la liqueur le goût d'acide hydro-sulfurique.

Nous voyons encore ici une ancienne application du sulfite de chaux, dont il a déjà été parlé à propos du procédé Melsens.

Le seul avantage du mutage était la décoloration de la liqueur ; la fermentation n'était pas même radicalement empêchée par l'acide sulfureux, puisque les jus mutés, saturés par la craie, entraient rapidement dans le mouvement fermentatif, ce qui semblerait démontrer que le ferment n'est pas *détruit* par cet acide, mais que sa propriété reste seulement suspendue.

On saturait ensuite les acides du moût lorsqu'on voulait le traiter ; on employait pour cette saturation de la craie pulvérisée, qui donnait un dépôt de malate et de tartrate de chaux. La saturation se faisait à chaud ou à froid ; elle était suivie d'une filtration.

Il importait de clarifier immédiatement après la filtration pour éviter la coloration du moût. M. Poutet, qui s'est beaucoup occupé de cette matière, mêlait au jus qu'il devait traiter le lendemain la quantité de sang de bœuf nécessaire aussitôt après la filtration. Si le jus a été muté, la saturation le fait passer au bleu noirâtre, et il se dépose du sulfure de fer dont le métal provient de la craie ; mais la clarification suffit pour en débarrasser la liqueur. Cet observateur ajoute que le mutage était avantageux en cet autre sens que sans cette opération, au lieu de se former du sulfure de fer facile à éliminer, on aurait du tartrate soluble qui colorerait le liquide. Dans la saturation qui précède la clarification, il préférait la craie à la chaux, parce que le point de saturation lui était plus facilement

indiqué par l'effervescence, et que, le carbonate calcaire étant insoluble, on ne risquait pas d'en mettre un excès.

La *clarification* du moût s'opérait à l'aide du sang de bœuf ou des œufs battus; on employait 1 kilogramme de sang pour 100 kilogrammes de moût, et 12 blancs d'œufs ou 6 œufs entiers conduisaient au même résultat. Le sang était battu à l'aide d'un balai avec 5 kilogrammes de moût, et le tout était mélangé au reste de la liqueur. Le mélange porté à l'ébullition était écumé à plusieurs reprises, puis réduit à la moitié de son volume et filtré avec soin. Cette clarification donnait les mêmes résultats sur les jus mutés, soit par l'emploi du sang, soit par celui des œufs; mais, en opérant sur les moûts non mutés, le sang donnait des sirops d'une qualité bien supérieure. Aussi M. Poutet conservait-il du sang pendant plus de quinze jours, en lui faisant absorber le double de son volume d'acide sulfureux.

Le sirop, clarifié et filtré, était évaporé rapidement à 32° Baumé bouillant, et l'on prenait tous les soins possibles pour en éviter la caramélisation. Le point de cuite était regardé comme suffisant au degré aréométrique que nous venons d'indiquer; cependant, quelques fabricants cuisaient plus serré de 2° ou 3°. On livrait ensuite les sirops au refroidissement: les uns le voulaient très-lent et gradué, les autres très-prompt, sans que les raisons apportées par les uns et par les autres eussent une grande importance. Le sirop refroidi était mis en barriques, et livré au commerce lorsqu'on ne se proposait pas d'en retirer du sucre concret.

Dans ce cas, on se bornait à ajouter au sirop ainsi préparé 1/20 d'eau, puis on le chauffait au bain-marie, jusqu'à solution complète; on le mettait ensuite dans des terrines refroidies extérieurement par de l'eau. Le lendemain, une filtration à la chausse débarrassait du tartrate de chaux précipité. La matière était alors mise en cristallisation dans des vases en grès, où elle se concrétait en un mois ou six semaines.

Cette masse concrète était soumise à la presse dans des sacs de forte toile : le sucre pressé, concassé et traité par 1/12 d'eau, était soumis à une seconde pression, et un dernier traitement semblable donnait du sucre presque incolore.

M. Poutet le faisait ensuite fondre au bain-marie, après l'avoir pulvérisé, puis il le coulait dans des moules en papier

roulés en forme de cornets. Une demi-heure après, il pouvait le retirer des moules et le faire sécher à l'ombre. La dessiccation durait huit à dix jours : on le conservait ensuite en lieu sec.

D'après nos observations personnelles et les faits acquis à la science depuis l'époque où ces procédés furent mis en pratique, le sucre de raisin présente tous les principaux caractères du glucose provenant de la fécule, dont nous décrirons tout à l'heure la fabrication. On peut regarder la matière sucrante du raisin comme formée d'un mélange ou peut-être d'une combinaison peu stable du sucre des fruits acides $C^{12}H^9O^9+3HO$, et du sucre de fécule ou glucose $C^{12}H^9O^9+5HO$.

On peut établir, *sur la moyenne des faits observés*, les chiffres suivants :

1,000 kilogrammes de raisin donnent, par une bonne pression, environ 800 kilogrammes de moût, qui produiront 200 kilogrammes de sirop à 33° Baumé, susceptible de fournir 60 kilogrammes de sucre concret pressé, et 110 kilogrammes de sirop d'égout.

Si jamais on avait à traiter les raisins pour en retirer ces produits, il faudrait remplacer la méthode surannée que nous avons décrite, par les procédés plus rationnels usités aujourd'hui en fabrication. Les jus mutés, ou soustraits à la fermentation par un moyen quelconque, seraient soumis à la défécation et aux autres opérations ordinaires de la sucrerie. La *purge* du sucre concret de raisin se ferait très-aisément par le turbinage.

Sirops de fruits. — On peut faire des sirops ou *extraits sucrés* avec le jus d'un grand nombre de fruits. Ces sortes de sirops contiennent, comme celui du raisin, du sucre liquide et du glucose.

A. *Sirop et sucre de pommes.* — 100 parties de pommes donnent en moyenne de 70 à 75 de moût, entre 7° et 9° Baumé. La concentration, après saturation des acides et clarification du liquide, fournit de 10 à 11 de sirop à 34° Baumé pesé bouillant, soit 38° froid.

La quantité de craie pulvérisée varie, pour la saturation, entre 0,001 et 0,004, selon l'acidité du moût.

On peut faire la clarification avec le sang ou les blancs d'œufs, comme pour le sucre de raisin.

Il est à remarquer que ces sirops renferment une proportion de principes pectiques et gommeux assez considérable, qui varie entre 2 1/2 et 4 ou 5 pour 100 parties.

Ces sirops, un peu plus rapprochés, déposent du glucose solide en un temps plus ou moins long ; on purifie ce sucre par les moyens ordinaires que nous avons indiqués pour le sucre de raisin.

B. *Sirop et sucre de poires.* — Les poires donnent un sixième de plus de rendement en sirop que les pommes, et le sucre grenu se dépose plus facilement.

C. *Sirop et sucre de prunes.* — On n'a pas encore obtenu de sucre concret en traitant les prunes, qui donnent de 10 à 13 pour 100 de sirop, selon l'espèce et la maturité, après une saturation préalable par la craie et une filtration.

III. — SUCRE DE FÉCULE. — GLUCOSE.

Le sucre de fécule ou d'amidon, glucose proprement dit, a pour formule $C^{12}H^{9}O^{9} + 5HO$, ou mieux $C^{12}H^{9}O^{9}3HO + 2HO$; il résulte de l'action d'un grand nombre d'acides, du gluten, de la diastase et de divers ferments sur la *fécule* $C^{12}H^{9}O^{9} + HO$, que nous avons nommée *hydrate de saccharigène*.

Caractères de la fécule. — Ce corps, connu de tout le monde, se présente en grains blancs, arrondis ou ovoïdes, brillants, insipides, inodores, craquant sous les doigts ; de 1,530 de densité moyenne. On regarde ces grains comme formés d'enveloppes concentriques analogues à celles de l'oignon commun, susceptibles de s'exfolier et de se désagréger en petits granules de 2 millièmes de millimètre de diamètre, que l'on retrouve dans toutes les fécules. La fécule est insoluble dans l'eau froide et l'alcool ; elle se gonfle dans l'eau et se dissout en *empois* entre + 50° et + 75°. Elle est soluble dans les acides, et les alcalis en opèrent la transformation en empois, même à froid. Les acides faibles la rendent soluble dans l'eau en la changeant en une matière gommeuse appelée *dextrine*, puis en un sucre connu sous le nom de *glucose*. Cette action a lieu à froid et plus

rapidement à chaud. L'acide azotique concentré, à froid, la transforme en *xyloïdine* ou azotate d'amidon, insoluble dans l'eau; à chaud, il la change en acide oxalique. L'acide acétique et l'ammoniaque sont sans action. On peut combiner la fécule à plusieurs oxydes métalliques, en versant dans une dissolution alcaline de fécule une dissolution saline métallique; le chlore et les hypochlorites brûlent la fécule, surtout à chaud. Le réactif par excellence de la fécule est la dissolution aqueuse d'iode, qui la colore aussitôt en bleu indigo.

La fécule se transforme en dextrine soluble quand on la soumet à une température d'environ + 200°.

La fécule est très-hygrométrique, et elle peut absorber des quantités d'eau considérables.

La fécule verte égouttée le plus possible (= $C^{12}H^{10}O^{10} + 15HO$) contient 45,45 pour 100 d'eau.

La fécule séchée à l'air humide (= $C^{12}H^{10}O^{10} + 10HO$) contient 32,50 pour 100 d'eau.

La fécule séchée à l'air ordinaire (= $C^{12}H^{10}O^{10} + 4HO$) contient 18,18 pour 100 d'eau.

La fécule séchée à + 20° dans le vide (= $C^{12}H^{10}O^{10} + 2HO$) contient 10 pour 100 d'eau.

La fécule séchée à + 120° dans le vide (= $C^{12}H^{10}O^{10}$) contient 0 pour 100 d'eau.

Ainsi, la fécule commerciale contient toujours près de 20 pour 100 de son poids d'eau. La fécule perd un équivalent d'eau en se combinant à l'oxyde de plomb, et devient $C^{12}H^{9}O^{9}$; cette formule paraît bien être le symbole réel de la fécule et de la cellulose anhydres. La dimension des grains de fécule varie entre 2 et 185 millièmes de millimètre de diamètre.

Préparation. — 1° On râpe au-dessus d'un tamis les parties des plantes qui contiennent l'amidon, puis on verse de l'eau en filet sur la matière râpée, en agitant. L'amidon est entraîné par l'eau dans un vase placé au-dessous. On le laisse déposer, puis on décante l'eau et l'on soumet le produit à plusieurs lavages à l'eau, en ayant soin d'enlever la couche supérieure du dépôt, laquelle est composée de débris de cellules et autres impuretés. Il vaut mieux cependant se défaire de ces impuretés par décantation, ces matières étant plus longtemps à se déposer que la fécule. On fait égoutter, sécher à l'air, puis à l'étuve, à

l'aide d'une chaleur graduée qui ne doit pas dépasser + 125°. — 2° On fait une pâte ferme avec de la farine, et on la malaxe entre les mains sous un filet d'eau. La fécule se sépare du gluten, et on la lave comme il vient d'être dit.

Usages. — Comme réactif, la dissolution d'amidon dans l'eau chaude peut faire découvrir $\frac{1}{200,000}$ d'iode libre dans un liquide. L'amidon sert à faire l'empois, la dextrine, le glucose; on en prépare des *esprits* par la fermentation : mélangé *naturellement* au gluten, il constitue les farines, etc. On le rencontre en grande abondance dans les graines des céréales, les tubercules des pommes de terre, etc., les bulbes de certaines liliacées. Il y a très-peu de plantes dans lesquelles on ne rencontre pas ce principe.

La cellulose, les gommes, la lichénine et tous les corps de la même composition $C^{12}H^{9}O^{9} + HO$ sont susceptibles d'éprouver les mêmes transformations que la fécule, et de donner du glucose dans certaines circonstances.

Nous avons dit que la saccharification de la fécule peut se faire par les acides ou par la *diastase*; cette dernière offre les caractères suivants :

Ce corps remarquable est blanc, solide, amorphe, soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool absolu et l'éther. Il s'altère à la longue, et il est attaqué par la plupart des réactifs. Sa propriété caractéristique est de transformer la fécule en dextrine et ensuite en glucose, plus ou moins rapidement, entre 0° et + 75°. C'est à + 70° que la diastase a le plus d'énergie : 1 partie de diastase transforme 2,000 parties de fécule délayée dans 8,000 parties d'eau à + 70°. De 0° à — 12°, son action s'affaiblit jusqu'à disparaître, et elle perd sa propriété saccharifiante au delà de + 75°. Les meilleures conditions sont 1 d'amidon, 4 d'eau à + 70° et 0,002 à 0,004 de diastase.

Préparation et usages. — Prendre 10 parties de farine de malt ou orge germée, et faire digérer dans 100 parties d'eau et 25 d'alcool à 80°, à une température de + 30°; décanter et exprimer le résidu, et filtrer. Précipiter la diastase par l'alcool anhydre : redissoudre le précipité dans l'eau, filtrer et précipiter de nouveau; faire sécher.

On se sert de la diastase sous forme de malt pour saccharifier les grains destinés à faire la bière, les alcools ; on l'emploie pure pour faire la dextrine, etc.[1].

Historique. — Ces notions générales posées, et sans nous arrêter à parler ici des acides que nous supposons assez connus, voici l'origine et les principaux débuts de l'industrie nouvelle, actuellement très-importante, qui a pour but la fabrication du sucre de fécule.

Le chimiste russe Kirchhoff, de Saint-Pétersbourg, avait découvert que les acides minéraux faibles transforment l'amidon en matière sucrée à la température de l'ébullition...

La disette des sucres exotiques engagea les savants français et allemands à diriger leurs recherches dans ce sens, et de leurs travaux résulta en peu de temps une industrie sérieuse et toute d'avenir.

Dans le commencement de l'année 1812, M. Lampadius, professeur de chimie à Freyberg, publia le résultat de ses expériences sur la saccharification de l'amidon.

Ce savant réclame la priorité d'exécution, sur ce fait que, laissant à Kirchhoff son initiative, il prétend être *le premier qui ait obtenu de l'amidon un sirop très-clair et très-sucré*, *ainsi qu'un sucre concret jouissant d'un haut degré de saveur*. Il prétend que l'amidon ordinaire est moins propre que la fécule de pomme de terre à être transformé en sirop sucré.

Il regarde comme essentiel l'emploi de la fécule, et il considère que l'opération est bien plus satisfaisante dans *un vase en bois* que dans des vases étamés ou vernis. Son appareil est chauffé par la vapeur d'un alambic ordinaire.

M. Lampadius porte à l'ébullition 12 *livres* d'eau, puis il y ajoute 6 onces 1/2 d'acide sulfurique étendu dans 1 livre d'eau : 4 livres de fécule ont été préalablement délayées chacune dans 1 livre d'eau ; il les verse, l'une après l'autre, dans la liqueur acide bouillante, avec la précaution de n'ajouter une seconde partie de fécule qu'après la dissolution de la première. L'ébullition doit être continuée pendant sept heures consécutives, et plutôt une heure de plus qu'un quart d'heure de moins. Il *sature* ensuite l'acide par la craie, et laisse reposer de douze à

1. *Traité de chimie pratique, loc. cit.*

vingt-quatre heures, après quoi il décante le liquide clair, et passe à la chausse avec expression les boues de sulfate de chaux restées au fond du vase.

Le liquide clair est évaporé en consistance de sirop, et l'on en obtient 4 livres pour poids égal de fécule; mais le rendement en *sucre concret* n'est que de 9 onces 1/2 par livre de fécule.

M. Lampadius insiste sur la nécessité d'employer de l'acide et du calcaire aussi purs que possible, et il donne le détail suivant pour le compte de fabrication à Freyberg :

Dépenses :

10 boisseaux[1] de pommes de terre	40f	»c.	113f 67c.
Râpage et extraction de la fécule	6	67	
24 livres d'acide sulfurique, à 1 fr. 50 c.[2]	36	»	
4 boisseaux de houille pour évaporation	11	»	
Main-d'œuvre	16	»	
Usure des appareils	4	»	

Produits :

240 livres de sirop à 0,67 seulement	160	80	176 80
Valeur des résidus	16	»	
Bénéfice			62 15

Il ne sera pas inutile de retracer ici les expériences du célèbre chimiste Vogel sur la saccharification de l'amidon, telles qu'elles sont consignées dans une notice lue à la Société d'encouragement, le 13 mai 1812. On peut y voir tous les principes qui dirigent la fabrication du glucose, à part quelques différences d'opinion qui n'influent en rien sur les faits.

Nous citons :

« La découverte de M. Kirchhoff, à Pétersbourg, de convertir l'amidon en une matière sucrée, était trop importante pour qu'on ne s'empressât pas de la constater.

« Les premiers essais que j'ai entrepris dans l'intention de vérifier ce fait se trouvent imprimés dans le *Journal de physique* de mars 1812.

« J'avais annoncé dans cette note que *deux centièmes* d'a-

1. Le boisseau vaut 108 litres.

2. Cet acide est loin d'être aujourd'hui à un prix commercial aussi élevé, puisque, en France, le prix moyen ne dépasse pas 15 francs aux 100 kilogrammes.

cide sulfurique mis en ébullition avec l'amidon et une quantité suffisante d'eau fournissaient plus de matière sucrée que ne le fait l'addition d'*un centième*, indiqué par le chimiste russe.

« J'avais dit, de plus, que quelques heures d'ébullition suffisaient pour former une substance sensiblement sucrée, mais qu'après *trente-six heures d'ébullition* la saveur sucrée était bien plus prononcée.

« Depuis cette époque, j'ai continué mes expériences, afin de m'assurer si cette découverte était susceptible de présenter quelque utilité.

« Pour ne pas abuser des moments de la Société, je ne l'entretiendrai pas des phénomènes produits par l'action de l'acide, que j'ai observés dans le cours de mes expériences : ils serviront peut-être à éclaircir les théories de cette métamorphose ; je m'attacherai seulement à décrire la marche que j'ai suivie, et au moyen de laquelle *on peut se procurer très-facilement du sirop d'amidon.*

« Pour éviter tout soupçon que la fécule peut retenir un peu de matière sucrée qui existe dans le froment et qui aurait pu échapper à la fermentation que font subir les amidonniers à la farine, j'ai lavé l'amidon par un courant d'eau froide et, après l'avoir fait dessécher, je l'ai employé.

« J'ai fait l'expérience comparative dans deux bassines, dont l'une de cuivre étamé et l'autre d'argent. Dans celle de cuivre étamé, j'ai fait bouillir, pendant trente-six heures, 2 kilogrammes d'amidon avec 2 kilogrammes d'eau de rivière et 20 grammes d'acide sulfurique à 66°, *proportions indiquées par M. Kirchhoff.*

« Dans la bassine d'argent, j'ai fait bouillir ces ingrédients dans les mêmes proportions, mais *j'ai doublé la quantité de l'acide sulfurique.*

« *Avec* $\frac{4}{100}$ *d'acide on obtient un sirop encore plus sucré et en moins de temps.*

« Ce n'est que pendant la première heure d'ébullition que le mélange court le risque de se noircir. Pour éviter cet inconvénient, il faut continuellement agiter avec une spatule de bois. Au bout de ce temps, la masse devient plus limpide et n'a besoin d'être remuée que par intervalles.

« Après avoir fait bouillir pendant trente-six heures sans interruption, j'ai laissé refroidir le liquide; je l'ai porté de nouveau à l'ébullition, après y avoir mis *deux blancs d'œufs*, 6 *grammes de craie et* 12 *grammes de charbon végétal* nouvellement brûlé et réduit en poudre; j'ai versé la liqueur bouillante dans un sac de laine pointu, en forme de chausse d'Hippocrate, et j'ai filtré.

« Le liquide clarifié a été évaporé dans la bassine, à une douce chaleur, jusqu'à la consistance presque sirupeuse, et j'ai laissé refroidir dans une terrine pour que le reste du sulfate de chaux pût s'en séparer par le repos. Le lendemain j'ai décanté le sirop, j'ai filtré le reste à travers une toile, et j'ai achevé l'évaporation jusqu'à consistance sirupeuse.

« Le sirop obtenu avec $\frac{2}{100}$ d'acide sulfurique dans la bassine d'argent était bien plus sucré et moins coloré que celui qui s'était formé avec $\frac{1}{100}$ d'acide sulfurique dans la bassine de cuivre étamé.

« En général, l'emploi des bassines de cuivre étamé n'est pas praticable : l'étain est fortement attaqué par cette longue ébullition. Je me suis servi depuis d'un *vase de plomb* qui n'a pas présenté les mêmes inconvénients.

« Les 2 kilogrammes d'amidon que j'ai fait bouillir pendant trente-six heures dans la bassine d'argent, avec $\frac{2}{100}$ d'acide sulfurique, m'ont donné, dans la première expérience comparative, $1^k,991$ de sirop marquant 33° à l'aréomètre des acides, et, dans l'autre, $2^k,5$ de sirop de la même densité. En adoptant la moyenne de ces résultats, on peut conclure, sans erreur sensible, que *l'amidon peut rendre son poids de sirop.*

« Comme plusieurs substances, telles que le sucre de lait et le principe doux de Scheele (substance qui se forme pendant l'action des huiles grasses sur la litharge), ont une saveur douce très-prononcée, sans contenir cependant un atome de sucre, il était nécessaire de m'assurer avant tout si notre liqueur douce contenait du véritable sucre.

« En conséquence, j'ai délayé de la levûre dans de l'eau tiède et j'y ai ajouté du sirop d'amidon; le tout fut introduit dans un flacon que l'on fit communiquer à des cloches remplies d'eau et

renversées sur l'appareil pneumato-chimique. La fermentation s'est manifestée au bout d'un quart d'heure avec un dégagement très-vif de gaz acide carbonique.

« 200 grammes de sirop ont rendu, par la fermentation, 5 litres et quelques décilitres de gaz acide carbonique. La liqueur fermentée a produit, par la distillation, 140 grammes d'eau-de-vie à 18°.

« *Tout sirop d'amidon contient plus ou moins de gomme*, dont la quantité varie à l'infini, d'après le temps d'ébullition et le poids de l'acide employé.

« J'ai séparé cette gomme en faisant bouillir le sirop d'amidon dans un vaisseau clos, avec de l'eau-de-vie à 30°. Lorsque l'eau-de-vie fut chargée de matière sucrée, j'ai décanté la liqueur et j'ai renouvelé l'addition d'une nouvelle quantité d'eau-de-vie, à plusieurs reprises.

« La matière inattaquable par l'alcool était très-visqueuse, je l'ai fait dessécher et pulvériser; dans cet état, elle offrait tous les caractères de la gomme arabique, c'est-à-dire sa solubilité dans très-peu d'eau froide, qui constitue un mucilage épais, précipité par l'alcool. La seule chose qui me paraît s'éloigner de la gomme arabique, c'est qu'elle ne forme pas d'acide muqueux[1] par le moyen de l'acide nitrique...

« Il n'est pas douteux que l'amidon, rendu liquide et soluble dans l'eau par l'action de l'acide sulfurique, ne puisse remplacer la gomme dans bien des circonstances. Il s'agit seulement de saturer l'acide par la craie, et de passer la liqueur.

« Comme l'amidon du commerce est à un prix très-élevé, à 1 fr. 60 c. le kilogramme, j'ai employé avec succès la fécule de pomme de terre, dont le kilogramme ne coûte que 60 centimes.

« Je terminerai cette notice en annonçant que je suis parvenu à convertir le sucre de lait, par le moyen de l'acide sulfurique, en un sirop infiniment sucré, qui a la propriété de produire de l'alcool par la fermentation. »

A quelque temps de cette communication de Vogel (le 10 août 1812), M. Ed. Bérard, fabricant de produits chimiques à Montpellier, adressa à la Société, sur le même sujet, une lettre dont nous extrayons ce qui suit :

1. Acide mucique.

« 6 parties d'amidon, traitées de la manière que M. Vogel l'a indiqué, m'ont donné un peu plus de 6 parties de bon sirop bien cuit; mais ce chimiste annonce qu'il n'a obtenu de ce sirop qu'une matière semblable à la pâte de jujube; j'ai concentré ce sirop jusqu'au 33e ou 34e degré bouillant et, par un repos de huit jours, ce sirop s'est cristallisé comme du miel en hiver. Ce sucre est moins sucré que celui de canne; il est facile de le terrer : il devient alors plus blanc, mais il est moins sucré que celui que l'on obtient en soumettant à la presse la masse cristallisée; ce dernier est assez blanc; il devient dur, agréable, peut être employé par les pharmaciens et les liquoristes.

« Dans ma première expérience, j'avais observé qu'il se formait des écumes brunes, je les enlevai; dans la deuxième, après les avoir enlevées, je les examinai : elles contenaient une substance graisseuse, d'un goût un peu piquant et désagréable. Le sirop et le sucre obtenus dans cette deuxième expérience sont meilleurs.

« Pour extraire la substance graisseuse des écumes, je les fis chauffer dans un vase d'argent, et je me servis d'alcool comme dissolvant. Je fis bouillir les écumes dans ce liquide, je filtrai, et la liqueur qui passa, mise sur un feu suffisant pour faire dissiper l'alcool, laissa en résidu une véritable graisse, jaune comme de la cire, moins consistante; ce qui était resté sur le filtre devint dur et cassant par la dessiccation et, rougi au feu, fournit un charbon très-dur.

« Ces deux corps donnent la preuve *qu'il y a précipitation d'une partie du carbone de l'amidon.*

« La quantité de sucre obtenue par une première pression du sirop cristallisé provenant de l'amidon est à peu près égale à la moitié de l'amidon employé.

« Les farines soumises à l'action de l'acide sulfurique donnent un sirop épais, ayant le goût du pain.

« Le riz, traité comme l'amidon, présente à peu près les mêmes phénomènes, il donne autant de sirop; il conserve le goût du riz.

« Les pommes de terre donnent peu de sirop, qui est d'une couleur brune très-foncée.

« *Tous ces sirops sont susceptibles de fermentation alcoolique...* »

Le fait observé par Bérard sur la saccharification de la pomme de terre n'a rien qui doive étonner, pour peu que l'on réfléchisse à la composition de ce tubercule, qui ne renferme que de 16 à 20 pour 100 de fécule réelle et qui contient, en outre, une notable proportion de parenchyme non saccharifiable par une aussi faible proportion d'acide sulfurique. Ce parenchyme se noircit et se charbonne dans les liqueurs chaudes, acidulées par l'acide sulfurique. Il se produit divers corps solubles colorés qui influent sur la coloration du sirop, et un fait analogue se produit lorsque l'on veut faire par l'acide la saccharification de la fécule renfermée dans plusieurs racines féculentes plus ou moins riches, sans avoir opéré, au préalable, l'extraction de cette fécule. La petite proportion de fécule se convertit en glucose et en dextrine, mais elle se trouve mélangée à plusieurs substances hétérogènes qui colorent le produit et en dénaturent souvent le goût et la saveur.

MM. Ittner, docteur en médecine, et Keller, pharmacien à Fribourg, fabriquaient un sirop de sucre avec les matières suivantes :

Amidon pur	100	parties.
Eau	200	—
Acide sulfurique	4	—
Craie	6	—
Charbon animal	8	—

« Le sirop qui en résulte a une pesanteur spécifique de 1,500 ; il a la couleur et la consistance d'un miel clair ; il est doux, avec un peu de goût de caramel. Ce sirop, au bout de quatre à six jours, devient presque entièrement une masse concrète de sucre jaunâtre, qui cristallise en forme globuleuse comme des pyrolithes.

« Il est très-propre pour tous les usages auxquels on emploie celui de canne ; mais *il en faut une quantité double*.

« Le quintal d'amidon de pommes de terre coûte 32 francs. Les frais en huile de vitriol (acide sulfurique), craie et combustible, peuvent aussi être portés à 32 francs.

« D'après ce calcul, le sirop d'amidon de pomme de terre coûtera tout au plus 75 centimes la livre. »

Voici le procédé de MM. Ittner et Keller.

1. Juin 1812.

« L'amidon doit être préparé avec soin et bien lavé, afin d'en séparer la matière glutineuse; sans quoi le goût du sucre n'est pas franc et sa couleur est foncée; celui qu'on retire de la pomme de terre mérite à tous égards la préférence, parce que cette racine ne contient point de gluten.

« 100 parties d'amidon non délayées à consistance de bouillie dans 200 parties d'eau sont mises dans une chaudière de cuivre bien étamée, dans laquelle on aura fait chauffer jusqu'à l'ébullition 4 parties d'acide sulfurique concentré, étendu de 200 parties d'eau. Il est nécessaire que l'étamage de la chaudière soit composé d'étain fin et non d'étain commun, qui contient ordinairement un tiers de plomb, et qui est susceptible d'être altéré par l'acide.

« Aussitôt que la masse est jetée dans la chaudière, elle prend la consistance de la colle et, pour éviter qu'elle ne s'attache et ne brûle, on la remue constamment avec une spatule de bois. Si cet accident arrivait, on devrait recommencer l'opération. L'ébullition étant continuée en agitant toujours, on remarque que la masse se liquéfie peu à peu; au bout d'une heure, elle est aussi claire que de l'eau, et l'amidon a disparu. Ce phénomène arrive après une demi-heure d'ébullition, en employant l'amidon de pomme de terre.

« Le liquide, qu'on devra agiter de temps en temps, restera à bouillir pendant douze à quinze heures; on y ajoute de nouvelle eau pour remplacer celle qui s'est évaporée, afin d'éviter que le mélange ne brûle, ou que l'acide, en prenant un degré de concentration trop fort, ne dissolve le métal. Il n'est pas nécessaire de terminer l'opération le même jour; on peut la suspendre à volonté, et la continuer le lendemain ou le surlendemain; mais, dans ce cas, il faut avoir l'attention de ne pas laisser séjourner la liqueur dans la chaudière.

« Après que le mélange a bouilli pendant quinze heures, on en sépare l'acide sulfurique au moyen de la craie en poudre, qu'on ajoute par petites portions, afin d'éviter le boursouflement de la matière et la trop grande abondance des écumes; 6 parties de craie en poudre suffisent pour saturer 4 parties d'acide sulfurique; cet acide se combine avec la chaux pour former du sulfate de chaux qui reste insoluble dans le mélange.

« On procède à la clarification du liquide, pour laquelle on emploie 10 parties de charbon végétal pulvérisé qu'on laisse

bouillir avec la matière pendant quelques minutes. Le charbon animal est préférable; il n'en faut que 8 parties.

« Cette opération étant achevée, on retire la chaudière de dessus le feu, et on passe la liqueur à travers un filtre de laine; celle qui s'écoule d'abord étant trouble, on la porte de nouveau sur le filtre. Le résidu de charbon et de sulfate de chaux est lavé avec de l'eau chaude et soumis à l'action de la presse; la liqueur qui en résulte est filtrée à part.

« Si l'opération est bien dirigée, la liqueur se trouvera alors parfaitement claire; elle a un goût douceâtre et une couleur de vin blanc. On la fait bouillir de nouveau dans une chaudière de cuivre et, lorsqu'elle est réduite au tiers, on la verse dans un vase de terre pour la laisser reposer vingt-quatre heures; ensuite on la décante et on la fait bouillir jusqu'à consistance de sirop; on reconnaît la bonne cuite de ce sirop lorsqu'en en prenant une goutte entre les doigts elle laisse un petit filet après les avoir séparés. Dans cet état, il a une pesanteur spécifique de 1,500, c'est-à-dire qu'un verre contenant une once d'eau peut recevoir une once et demie de sirop.

« Ce sirop, après le refroidissement, a la couleur et la consistance d'un miel clair; il est doux avec un goût de caramel. Après cinq ou six jours, il se convertit presque entièrement en une masse concrète de sucre jaunâtre, qu'on peut employer avec avantage dans l'économie domestique. Ce sucre ne cristallise pas comme celui de canne; sa forme est globuleuse; il en faut une quantité double.

« MM. Ittner et Keller, après l'avoir fait dissoudre dans l'eau, l'ont traité de nouveau par le charbon pulvérisé, et l'ont soumis au raffinage : par ce procédé, il devient sensiblement plus blanc, acquiert plus de douceur, et perd son goût de caramel. En le faisant cristalliser une troisième fois, il devient parfaitement blanc. »

On sait que le procédé de Kirchhoff consiste à faire bouillir, pendant trente-six heures, 100 parties d'amidon mêlées avec 400 parties d'eau et 1 partie d'acide sulfurique, à enlever l'excès d'acide par la craie, à traiter le mélange par 10 parties de charbon pulvérisé, à le filtrer, à le concentrer à la consistance d'un sirop épais, et à l'abandonner ensuite à la cristallisation; M. Schräder, chimiste de Berlin, a répété ce procédé. Il a trouvé qu'en augmentant la proportion d'acide sulfurique on

pouvait abréger le temps de l'ébullition, de manière que, en employant 5 parties de cet acide, il ne fallait que *sept* heures d'ébullition, au lieu de *douze* avec 2 parties, etc. Cependant, comme l'amidon se convertit d'abord en gomme[1] avant de passer à l'état de matière sucrée, il faut le laisser bouillir plus longtemps.

« Schräder a obtenu de 100 parties d'amidon 95 ou 96 parties de sirop, ou 80 parties de sucre. Il confirme au surplus l'observation de Kirchhoff, que 2 parties de ce sucre équivalent à peine à 1 partie de sucre de canne.

« M. Flashoff, du grand-duché de Berg, annonce à la Société d'encouragement[2] qu'il a suivi pour la confection du sirop d'amidon la méthode de M. Kirchhoff; il ajoute que cette méthode a effectivement réussi, mais que néanmoins elle lui a paru ne donner que des résultats trop faibles, puisqu'il ne retirait de chaque livre de fécule que 9 onces 1/2 de sirop.

« En changeant ou modifiant cette méthode, il est parvenu à convertir en 15 onces 1/2 de sirop bien cuit chaque 1/2 kilogramme de fécule.

« Ses nouveaux moyens sont d'employer l'acide sulfureux au lieu d'acide sulfurique, le bain de sable au lieu de bain-marie, et d'opérer sur de petites masses en multipliant les vases de terre dans lesquels il fait son opération. Il prescrit d'ajouter de l'eau à mesure qu'elle s'évapore, afin que le mélange ne brûle point. La pureté de la fécule de pommes de terre lui paraît indispensable pour avoir du bon sirop; il préfère l'écaille d'huître aux autres carbonates pour la saturation de l'acide. »

M. Bouriat, dans le rapport qu'il fit, le 5 janvier 1814, au sujet de cette communication, fait remarquer avec raison que le procédé de M. Flashoff n'est pas manufacturier, qu'il est difficile de régler la chaleur d'un bain de sable, et se demande pourquoi l'auteur n'indique pas le degré de l'acide sulfureux dont il se sert, et quelle est la raison qui lui fait préférer l'écaille d'huître pour la saturation.

Dans un rapport du même jour (5 janvier 1814), au sujet des produits fabriqués par M. Thorin, de Paris, M. Bouriat expose

1. Dextrine.

2. Nous avons extrait du *Bulletin* de la Société les détails qui précèdent sur l'histoire industrielle du sucre d'amidon.

un phénomène particulier, qui pourrait bien être la base de plusieurs procédés employés aujourd'hui pour la fabrication de la *dextrine* ou *gommeline*.

« Cette préparation, dit-il, m'a présenté un phénomène digne de remarque : *la fécule, avant de se convertir en substance sucrée, passe à l'état gommeux*. A cette époque, j'en ai fait évaporer après avoir saturé l'acide et filtré, pour la réduire en consistance presque solide; la masse obtenue avait beaucoup des caractères de la gomme arabique, formant aux doigts la même adhérence, également soluble dans l'eau froide, sans troubler davantage sa transparence. Mais lorsqu'elle est parfaitement desséchée, elle devient plus friable que la véritable gomme. Il ne serait peut-être pas inutile de s'assurer par quelques nouvelles expériences si l'on pourrait obtenir une substance gommeuse, propre à être employée dans beaucoup d'arts, et qui serait d'un prix trois fois moindre que la gomme arabique. »

Cette observation, bien que faite antérieurement par Vogel, n'est pas moins précieuse à enregistrer, car elle contient explicitement les principes qui dirigent la fabrication de la *gomme artificielle*, connue sous le nom de *gommeline*, et dont on a voulu, de notre temps, faire un monopole. C'est toujours avec une conviction de plus en plus grande que l'on peut douter d'un grand nombre de nouveautés, et sauf quelques détails, quelques appareils, il est rare qu'on ne puisse pas retrouver dans les travaux de nos prédécesseurs la source authentique de nos découvertes.

Nous passons maintenant à l'examen des procédés actuellement suivis pour la saccharification de la fécule, ou sa transformation en glucose.

A. **Saccharification de la fécule par l'acide sulfurique.** — Cette réaction s'opère dans des appareils de formes diverses, avec plusieurs modifications de détail dans l'exécution des procédés, mais, au fond, la méthode est sensiblement la même partout.

Voici la description du procédé de M. Dubrunfaut, qui s'est beaucoup occupé de cette fabrication.

« La cuve a une capacité de 20 hectolitres; elle peut facilement comporter le travail de 300 kilogrammes de fécule. Supposons que l'on veuille commencer une opération, on amène

dans la cuve 600 litres d'eau ; le feu étant mis sous la chaudière, on chauffe cette eau à la vapeur jusqu'à + 80° environ ; pendant ce temps, on délaye séparément, dans une cuve disposée à cet effet, les 300 kilogrammes de fécule avec 600 kilogrammes d'eau et 6 kilogrammes d'acide sulfurique à 66° ; alors on verse de cette fécule délayée dans la cuve à saccharifier, par la trappe qu'elle porte à sa partie supérieure ; on la verse par petites portions et graduellement, en faisant mouvoir l'agitateur. La bouillie de fécule trouve ainsi dans la cuve de l'eau à une température suffisante pour la convertir en empois, et l'acide sulfurique qu'elle porte avec elle ne tarde pas à la liquéfier.

« Il est essentiel, pour la conduite de l'opération et pour ne pas rencontrer de difficultés, de ne pas verser la fécule en une seule fois, mais bien à trois reprises différentes et en trois parties égales. On verse la première quand l'eau de la cuve est à environ + 80°, en ayant soin de battre le mélange. On continue le chauffage à la vapeur ; l'empois se liquéfie par le contact de l'acide sulfurique, et la température, qui s'était abaissée par le contact de la bouillie, ne tarde pas à remonter vers + 80°.

« On ajoute alors la deuxième portion de fécule délayée ; on agite ; même abaissement et même élévation de température ; quand elle est à + 75°, on ajoute la troisième portion de cette même fécule ; l'on ferme la trappe avec soin ; on la lute même ; l'on porte la température de la cuve à + 80°, et on l'abandonne à elle-même pendant six heures. C'est pendant ce repos que la saccharification de la fécule doit s'opérer, et elle a besoin d'être favorisée, non-seulement par la présence de l'acide sulfurique, mais encore par le concours d'une température maintenue à + 80°. C'est pour cela qu'à la naissance de cette branche d'industrie, au lieu de conserver la chaleur dans la cuve pendant six heures, on continuait d'introduire de la vapeur pendant six heures, pour maintenir le mélange à l'ébullition. *Il a été reconnu depuis que cette ébullition est inutile*, et qu'il suffit de conserver la température pour obtenir un bon résultat et économiser beaucoup de charbon...

« On a pu remarquer que j'ai recommandé d'employer 6 kilogrammes d'acide sulfurique pour 300 kilogrammes de fécule, ce qui fait 2 pour 100. On pourrait augmenter cette

proportion d'acide, *ainsi que l'a reconnu Saussure*, sans préjudice au succès de l'opération. Ce chimiste a observé, en effet, que la *saccharification est d'autant plus prompte et plus complète que la dose d'acide est plus grande*. La proportion de 2 pour 100 est cependant convenable, et suffit pourvu qu'on n'abrége pas le terme de six heures, fixé pour le repos. »

Il convient de faire observer que cette proportion de 2 centièmes d'acide, calculée sur le poids de la fécule, a été regardée comme préférable au dosage de Kirchhoff, dès les premiers essais de la fabrication du glucose. Cependant, lorsque l'on emploie 2 kilogrammes d'acide à 66° pour 100 kilogrammes de *fécule commerciale*, il va de soi que la proportion réelle d'acide est un peu supérieure à cette relation, puisque cette fécule, renfermant 5 équivalents d'eau *au moins*, ne peut être évaluée à plus de 81,82 de matière réelle sur 100 parties.

La proportion 81,82 : 100 : : 2 : x = 2.444 accuse une relation effective de 2,44 d'acide à 66° pour 100 de fécule. On pourrait se borner à l'emploi de 1k,636 d'acide pour 100 kilogrammes de fécule du commerce, ce qui représenterait exactement le rapport de 2 pour 100; mais comme un peu plus d'acide est loin d'être nuisible, ainsi que nous l'avons déjà dit, on ne risque rien autre chose, en employant 2 kilogrammes d'acide, que la dépense excédante de 364 grammes de ce même acide et de la craie correspondante pour la neutralisation.

Quand la saccharification est terminée, il faut neutraliser l'acide sulfurique par une base ou un carbonate susceptible de former un sulfate insoluble.

La crainte d'employer un excès de chaux en lait, le meilleur de tous les agents possibles, a fait donner une préférence bien peu justifiée au carbonate de chaux. Le dégagement de l'acide carbonique est beaucoup plus désagréable, par son effervescence, que la nécessité de faire avec attention la saturation par la chaux.

Dans ce dernier cas, le plus rationnel et le plus prompt, selon nous, il faudrait se baser sur les données suivantes :

1° L'équivalent de l'acide sulfurique à 66° égale...	612,50
2° Celui de la chaux caustique est de...........	350,00

Si l'on veut reporter le calcul à l'emploi de 1,000 grammes

d'acide sulfurique à 66° (2 kilogrammes à 40° environ), on aura la proportion :

$$612,5 : 350 :: 1,000 : x = 571,42857.$$

D'où l'on conclura que l'on doit, par chaque kilogramme d'acide à 66° employé, peser 571^{gr},42857 (soit 572 grammes) de *chaux vive*, que l'on fera éteindre, et que l'on ajoutera à l'état laiteux à la liqueur. Ce mode est aussi facile que l'emploi empirique de la craie et, d'ailleurs, le papier de tournesol peut accuser la saturation aussi bien dans un cas que dans l'autre.

Quoi qu'il en soit, on emploie, d'après M. Dubrunfaut, 10 kilogrammes de craie finement pulvérisée pour saturer les 6 kilogrammes d'acide. Cette quantité est évidemment trop forte, puisque l'équivalent du carbonate de chaux à employer serait seulement de 6^{k},122, selon la proportion :

$$612,5 : 625 :: 6,000 : x = 6122,4486.$$

L'excès de carbonate de chaux n'étant pas nuisible, on ne risque donc absolument rien d'employer la proportion indiquée. La neutralisation démontrée par le papier bleu de tournesol qui ne doit plus passer au rouge, on procède à la décoloration, à la clarification, à la filtration, puis on évapore en consistance convenable.

L'équivalent de la fécule étant 2,025, et celui du glucose 2,475, on trouve théoriquement que 100 parties de fécule *supposée pure et sèche* doivent produire 122,22 parties de sirop, selon la proportion :

$$2,025 : 2,475 :: 100 : x = 122,22.$$

M. Dubrunfaut accuse un rendement de 110,14 pour 100 ; mais, en général, la pratique n'atteint pas ce résultat, et ne dépasse guère poids pour poids.

On ne peut, en effet, calculer que sur la valeur de la fécule commerciale en matière sèche ; or, nous avons vu que cette fécule n'offre qu'une richesse de 81,82 pour 100. Il en résulte que 100 grammes de cette fécule ne peuvent produire *théoriquement* que 100^{g},002 de glucose, en supposant qu'elle soit transformée tout entière, qu'il ne se produise qu'une proportion insignifiante de gomme, etc. Ces conditions sont à peu près

irréalisables, mais la pratique admet, en général, un rendement de poids pour poids, dans lequel il faut compter l'excédant d'eau qui reste dans le sirop.

C'est ici le lieu de faire, pour les fécules, la même observation que nous avons émise à propos de la betterave. De la même manière que les fabricants de sucre prismatique ne devraient acheter leur matière première qu'en raison du sucre réel qu'elle peut contenir, les industriels qui préparent le glucose et tous ceux qui achètent des fécules ne devraient payer ces matières qu'en proportion de leur valeur en substance sèche. Il ne serait pas difficile de dessécher rapidement au-dessus d'une lampe à alcool, dans un petit plateau métallique dont le poids serait connu, une dizaine de grammes de la fécule essayée. La perte de poids éprouvée et constatée donnerait très-approximativement la valeur de cette denrée, en indiquant la proportion d'eau qui y est contenue.

M. Weinrich conseille de chauffer le mélange d'acide, d'eau et de fécule, à quelques degrés au-dessus de $+100°$, et il prétend que, par ce moyen, la saccharification est complète en deux ou trois heures. Cette modification n'est pas difficile à pratiquer lorsque l'on emploie la vapeur. Il suffit d'augmenter la pression jusqu'à ce que l'on ait atteint le degré convenable; ainsi, pour augmenter la tension jusqu'à un point tel que la température de la vapeur soit portée à $+105°$, en admettant que :

1° $0^{m},143$ de mercure représentent l'excès de tension de la vapeur à $+105°$;

2° Et que la soupape ait une ouverture superficielle de 20 centimètres carrés;

Le produit de $0,143+0,002=145\times 0,0020=290$ centimètres cubes de mercure, multiplié par la densité 13,5 de ce métal, donnera le poids $3^{k},915$ dont il faut charger la soupape.

La formule à suivre peut être aisément établie. Soit c la colonne mercurielle représentant l'excès de tension de la vapeur, d l'ouverture de la soupape, évaluée en surface, et P le poids cherché, on a :

$$c+2\times d\times 13,5=P.$$

Dans tous les procédés de saccharification de la fécule, on

reconnaît que l'opération est terminée, c'est-à-dire que la fécule est détruite et transformée, lorsqu'elle ne fournit plus sa réaction caractéristique, laquelle est de prendre une belle couleur bleue sous l'influence de l'iode. Il suffira donc, pour s'assurer de l'état de la réaction, de prendre quelques gouttes du liquide sur une soucoupe et, après refroidissement, d'y ajouter un peu de teinture d'iode. Si la coloration bleue se manifeste, l'opération n'est pas finie; elle est terminée, au contraire, lorsque la couleur de la liqueur ne change plus par l'iode.

Cette teinture est facile à préparer; on introduit de l'iode dans un flacon bouché à l'émeri, et l'on verse par-dessus de l'alcool à 50 degrés centésimaux.

Il faut avoir soin que l'iode soit toujours en excès dans cette liqueur, dont une seule goutte suffit pour un essai.

Voici les principaux détails du procédé habituel suivi par la fabrication, pour la préparation du glucose sous ses trois états, de *sirop de fécule*, *glucose en masse*, et *sucre* ou *glucose granulé*.

On commence par saccharifier la fécule en la faisant arriver peu à peu dans de l'eau acidulée bouillante. Le mélange acide est formé de 98 parties d'eau et 2 parties d'acide; souvent on n'emploie même que 0,01 de ce dernier; la fécule à saccharifier ne doit pas dépasser 20 pour 100 du poids du liquide.

La cuve à saccharifier A est en bois (fig. 80); les douves ont une épaisseur de 10 centimètres, et souvent l'intérieur est doublé en plomb. Un fond supérieur *hh*, très-solide et résistant, donne passage à un tube *c* pour le dégagement des vapeurs. Un trou d'homme *a* sert à la saturation, et un entonnoir *b* est réservé pour l'introduction de la fécule. Un tube *efg* en plomb apporte la vapeur nécessaire; la portion horizontale *fg* de ce tube est fendue par des traits de scie dans la moitié environ de son diamètre et de distance en distance. Enfin, un trou d'homme *o*, au fond inférieur, sert à retirer les dépôts, et le robinet *k* permet la sortie de la liqueur après décantation. Celle-ci se rend par un caniveau ou directement dans un réservoir B, où elle peut déposer encore une partie de ses impuretés.

La marche de l'opération est très-simple. On introduit d'abord dans la cuve une certaine quantité d'eau, soit 30 hectolitres pour 1,000 kilogrammes de fécule à traiter, et l'on ajoute, en brassant à l'aide d'un agitateur, de 20 à 25 kilo-

grammes d'acide sulfurique à 60°. On ouvre le robinet *d* pour l'introduction de la vapeur et, pendant que le liquide s'é-

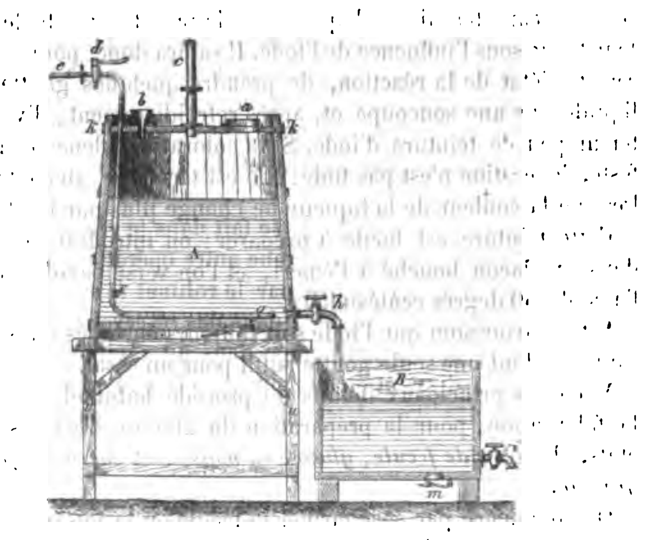


Fig. 80.

chauffe, on délaye la fécule avec son poids d'eau. Lorsque le liquide de la cuve est à +100°, on y verse peu à peu, par portions d'une vingtaine de litres, la bouillie féculente; l'entonnoir *b* sert à cette introduction pendant laquelle on maintient la liqueur en ébullition. Lorsque toute la fécule a été versée, on se trouve avoir introduit dans la cuve 40 hectolitres d'eau en tout, 25 kilogrammes d'acide et 1,000 kilogrammes de fécule.

L'opération est terminée ordinairement trois quarts d'heure après la dernière introduction de fécule; mais il faut toujours s'en assurer pour la teinture d'iode.

On arrête alors la vapeur en fermant le robinet *d*, puis on introduit en agitant et *peu à peu*, par le trou d'homme *a* du faux fond supérieur, la quantité de craie pulvérisée nécessaire à la saturation, dont on suit la marche par le papier de tournesol. Il faut normalement de 25 à 26 kilogrammes de craie pour saturer 25 kilogrammes d'acide, selon le calcul :

$$612.5 : 625 :: 25 : x = 25.51.$$

On emploie ordinairement de 26 à 27 kilogrammes de carbonate calcaire. Lorsque la saturation est opérée, on laisse déposer la liqueur pendant dix ou douze heures, soit dans la cuve même, soit dans un réservoir B. Dans le premier cas, on soutire la liqueur claire par le robinet *h* et on la fait passer dans le réservoir B; les dépôts boueux de sulfate de chaux sont extraits par le trou d'homme *c* et envoyés au débourbage et au lavage. Les eaux d'égout et de lavage sont jointes au reste du produit.

Dans le second cas, le dépôt se fait dans le réservoir B et la cuve A est prête aussitôt pour une autre opération. Le liquide clair du réservoir est soutiré par le robinet *i*, envoyé sur un filtre à noir en grains, et de là dans des réservoirs, d'où on le fait monter à l'aide d'une pompe dans un réservoir supérieur E (fig. 81). La dissolution de glucose offre alors une densité moyenne de 15° Baumé, et elle doit être concentrée à l'état sirupeux.

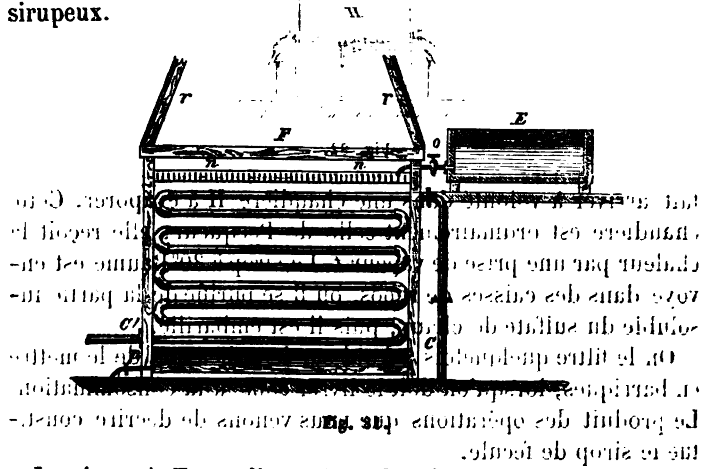


Fig. 81.

Le réservoir E est alimenté par les sirops faibles sortant des filtres et déposé dans des caisses où il est puisé par une pompe élévatoire; on utilise, pour sa concentration, les vapeurs qui s'élèvent des cuves à saccharifier pendant l'opération. Ces vapeurs, s'élevant en C, parcourent un serpentin dont les tubes sont contournés horizontalement dans une grande caisse F découverte à la partie supérieure, et munie d'un dôme *rr* pour l'issue des vapeurs de la concentration. Le tube C sort de la caisse en C' pour se rendre dans une cheminée d'appel, après

avoir traversé une caisse à laver, qui retient les produits volatils condensables, afin de diminuer la mauvaise odeur et les causes d'infection pour le voisinage. Un robinet *o* verse du sirop dans un caniveau *nn*, et le liquide tombe en pluie fine par de nombreuses ouvertures sur le serpentin ; il se condense rapidement et arrive dans un caniveau inférieur, d'où il s'échappe par un tube *p*.

Il se rend dans un réservoir G (fig. 82), d'où un robinet *s* le

Fig. 82.

fait arriver à volonté dans une chaudière H à évaporer. Cette chaudière est ordinairement celle de Pecqueur; elle reçoit la chaleur par une prise de vapeur C. Le sirop à 30° Baumé est envoyé dans des caisses de repos, où il se purifie de la partie insoluble du sulfate de chaux; puis il est embarillé.

On le filtre quelquefois à froid sur le noir avant de le mettre en barriques, lorsqu'on doit le livrer *blanc* à la consommation. Le produit des opérations que nous venons de décrire constitue le sirop de fécule.

Si l'on veut préparer le glucose solide, on pousse la concentration du sirop jusqu'à 40° Baumé bouillant, puis on le fait passer dans des rafraîchissoirs, où on le laisse jusqu'à ce que l'on aperçoive le commencement de la cristallisation ; on l'introduit alors dans les futailles d'expédition, où il achève de prendre l'état solide du glucose en masse.

La préparation du *sucre granulé* repose sur les mêmes principes. On saccharifie la fécule le plus complétement possible, on sature le sirop et on le décolore par une filtration

suffisante sur le noir en grains. La concentration est ensuite poussée jusqu'à 32° à 33° Baumé, un peu plus fort en été qu'en hiver; le sirop passe dans des réservoirs refroidis à l'extérieur, afin de faire déposer les sels insolubles; trente heures après, on soutire la partie claire, tombée à + 15° ou + 18° de température, et on la met à *cristalliser* dans des tonneaux défoncés par un bout, dont l'autre fond est percé de trous bouchés avec des chevilles de bois.

Ces cristallisoirs sont élevés sur chantiers à 40 ou 45 centimètres au-dessus d'un large caniveau doublé de plomb et destiné à l'écoulement des sirops d'égout. On en dispose ainsi plusieurs rangées selon les besoins de la fabrication.

Chaque tonneau est rempli aux 4/5 par du sirop, puis on verse par-dessus une couche d'acide sulfureux pour empêcher la fermentation. Au bout de dix jours, le sucre granulé commence à se déposer, et lorsque la solidification est arrivée aux deux tiers ou aux trois quarts de la masse, on ôte les chevilles des fonds, et les sirops d'égout s'écoulent dans le caniveau. Comme ces sirops renferment une quantité notable de dextrine qui a échappé à la saccharification, on les remet dans la cuve A, avant la saturation par le carbonate de chaux.

Le sucre granulé égoutté est mis à sécher à l'étuve, dans un courant d'air à + 25°, sur des aires en plâtre, afin de faire absorber une partie du sirop interposé.

Les petites masses de grains agglomérés sont séparées au crible ou à la claie, et ensuite brisées entre des cylindres.

Nous pensons que la purge du sucre granulé serait susceptible d'améliorations importantes. Ne serait-il pas possible, en effet, de faire subir à ce sucre une cristallisation dans des *vergeoises* et de le claircer ensuite par quelque agent susceptible de dissoudre la dextrine sans avoir d'action notable sur le glucose? Pourquoi même, après l'avoir fait cristalliser à l'ordinaire, comme il vient d'être dit, ne le purgerait-on pas à la turbine? La dessiccation en deviendrait plus facile et plus prompte...

M. Payen a donné le compte de fabrication suivant pour le glucose :

Fécule, 2,000 kilogrammes à 22 francs.......	440 fr.
Acide sulfurique, 45 kilogrammes............	8
Craie, 45 kilogrammes.....................	2
A reporter..........	450

Report	450 fr.
Main-d'œuvre	12
Direction	10
Combustible	20
Loyer, entretien	12
Transports	16
Noir d'os	26
	550
Sirop à 33°, 3,000 kilogrammes (ou glucose solide, 2,000 kilogrammes)	600
Bénéfice	50

Il nous paraît impossible d'admettre ces éléments. En effet, le prix de la fécule est beaucoup plus élevé en moyenne que le chiffre donné, surtout depuis la diminution du produit des pommes de terre, et l'on peut le porter hardiment au double. D'un autre côté, dans une fabrique importante, faisant plusieurs opérations par jour, les frais accessoires sont portés à un taux trop élevé. La *direction*, surtout, nous paraît être dans des conditions exagérées, car, à ce chiffre, un contre-maître, dirigeant la fabrication et ne faisant pas d'autre travail, gagnerait proportionnellement plus que le fabricant lui-même. Ce compte doit être établi sur les bases suivantes, pour ne pas s'exposer à commettre des erreurs toujours graves en industrie.

Compte de fabrication du glucose, pour l'emploi de 2,000 kilogrammes de fécule par jour seulement.

Fécule, 2,000 × 300 = 600,000 kilogrammes à 45 fr.	270,000f
Acide sulfurique, 13,500 kilogrammes à 18 fr.	2,480
Craie, 13,500 kilogrammes à 4 fr.	540
Main-d'œuvre et traitement du contre-maître ou chef ouvrier, 15 fr. par jour	4,500
Combustible	6,000
Noir d'os	9,000
Loyer, entretien, frais divers	3,000
Transports	3,000
	298,470
Produit : Glucose en masse, 600,000 kilogrammes à 57 fr. 50 c. les 100 kilogrammes	345,000
Différence	46,530

Encore est-il à remarquer que la fécule commerciale doit être l'objet de la plus grande attention de la part de l'acheteur,

du fabricant de glucose surtout. Elle n'est jamais sèche, et comme sa nature est très-hygrométrique, il n'est guère de fécule du commerce qui ne renferme environ 18 pour 100 d'eau. Ce chiffre réduit la fécule réelle à 820 kilogrammes, au lieu de 1,000 que l'on a cru acheter. On ne devrait donc acheter les fécules que selon leur degré de dessiccation ; c'est, d'ailleurs, ce que pratiquait M. Dubrunfaut, qui plaçait un poids donné de fécule dans le plateau d'une balance, au-dessus d'une lampe à alcool. La perte éprouvée représentait la proportion d'eau hygrométrique, comme nous l'avons déjà dit précédemment.

D'un autre côté, la fécule est souvent falsifiée par des matières plus ou moins inertes, telles que la craie, l'argile, différents sulfates, etc. On s'assure de ces falsifications en faisant incinérer un poids donné de fécule *sèche* qui ne doit pas produire plus de 0,009 à 0,01 de résidu, soit de 9 millièmes à 1 centième au plus.

L'acide sulfurique est loin d'être le seul qui puisse produire la transformation de la fécule en dextrine, puis en glucose ; tous les acides minéraux et plusieurs acides d'origine végétale sont doués de la même propriété, et ils agissent sur la fécule d'une manière plus ou moins rapide et profonde, selon la température du mélange et la proportion d'acide employée.

L'acide azotique, trop cher, d'ailleurs, pour être d'un usage industriel, donnerait lieu à des produits trop complexes ; mais l'acide chlorhydrique est souvent substitué avec avantage à l'acide sulfurique pour la fabrication du glucose et des moûts fermentescibles de fécule. En effet, dans les localités où se fabrique le sulfate de soude par la décomposition du chlorure de sodium ou sel marin, l'acide chlorhydrique est parfois d'un écoulement assez difficile, et il tombe à un prix très-bas, qui donne beaucoup de bénéfice à son emploi. L'usage de cet acide n'offre aucune difficulté et son dosage se fait dans les mêmes proportions que celui de l'acide sulfurique. Nous ferons cependant, à l'égard de l'acide chlorhydrique, une observation que nous croyons de nature à intéresser les fabricants. Il nous a semblé que, dans maintes circonstances, la production de *matière gommeuse* ou *dextrine* est plus considérable que par l'acide sulfurique. En tout cas, la plupart des distillateurs qui opèrent la saccharification des matières féculentes par l'acide muria-

tique n'atteignent pas un rendement alcoolique aussi élevé que par le traitement sulfurique. La préparation du glucose par l'acide chlorhydrique offre en outre ce désavantage de ne pouvoir être appliquée qu'à l'alcoolisation. Les liqueurs glucosiques ainsi produites, saturées par la chaux ou la craie, retiennent le chlorure de calcium très-soluble qui résulte de la saturation, en sorte que les sirops et les sucres en masse ne pourraient être séparés de ce sel.

La théorie de la saccharification de la fécule par les acides n'est pas encore parfaitement élucidée; on sait seulement que ce corps, en présence des acides, prend 4 équivalents d'eau, sans qu'il y ait lieu à aucune déperdition de l'acide sulfurique employé. La réaction est conforme à la formule :

$$C^{12}H^9O^9,HO + SO^3,HO + 10HO = C^{12}H^9O^9,5HO + SO^3HO + 6HO$$

en sorte que, chimiquement parlant, cette transformation ne serait qu'un phénomène d'hydratation favorisé artificiellement par l'action dissolvante que l'acide exerce sur la fécule.

Ceci ne paraît plus douteux, lorsqu'on considère que, si l'on introduit de la fécule dans une lessive alcaline, de potasse, par exemple, la matière amylacée se dissout et qu'au bout d'un certain temps, si la liqueur a été exposée à une chaleur de + 30° à + 35°, elle renferme de l'acétate de potasse. Or, l'acide acétique ne peut s'être formé que par une saccharification préalable.

Au demeurant, le second mode de saccharification de la fécule, plus naturel que le précédent, est encore beaucoup plus curieux.

B. Saccharification de la fécule par le gluten ou par la diastase. — Kirchhoff avait annoncé en principe que la saccharification de la fécule des graines était due au *gluten* de ces mêmes graines, et que, *par la germination*, ce principe azoté acquérait la propriété de transformer en sucre une quantité de fécule *plus considérable* que celle de la graine...

Il est aisé de voir que le chimiste russe confondait l'action du gluten, action saccharifiante *à chaud*, il est vrai, avec celle plus énergique de la diastase.

Kirchhoff produisait la saccharification de l'empois en y ajoutant 1 de gluten pulvérisé pour 2 d'amidon et maintenant le

mélange à + 50° ou + 60° pendant dix à douze heures. Voici les termes dans lesquels son procédé est rapporté par Virey :

« Kirchhoff a formé directement du sucre avec la fécule et le ferment. Sur 2 parties de fécule, il verse 4 parties d'eau froide ; puis, en remuant, il ajoute 20 parties d'eau bouillante ; il mêle à cet empois épais et chaud 1 partie de *gluten* pulvérisé, et expose le mélange pendant huit à dix heures à une température de + 40° à + 60° Réaumur. L'empois se liquéfie alors, et l'on peut le filtrer. La liqueur limpide contient un peu d'acide ; on la concentre : c'est un sirop très-sucré comme celui du malt. On peut le faire passer, à l'aide du levain acide, à la fermentation vineuse. L'alcool ne dissout qu'en partie ce sirop ; on en obtient de petits cristaux blancs, indistincts.

« On retrouve presque tout le gluten sur le filtre. C'est l'action de ce gluten sur la fécule qui peut déterminer la formation du sucre. Cette action est singulièrement favorisée par la germination. Les fécules sans gluten, comme celles de la pomme de terre, ne passent à la fermentation vineuse qu'autant qu'on ajoute du gluten. »

On lit encore dans l'auteur à qui nous avons emprunté ce passage :

« Le *ferment* de Thénard, ou *zimôme* de Taddeï, se trouve dans le raisin, les baies de sureau, les pommes et autres fruits, les *sedum*, etc. Celui de la levûre de bière fait fermenter sans la présence de l'air, tandis que celui des raisins exige cette présence, est une sorte de pâte grisâtre, d'odeur aigre, se putréfie spontanément, fait passer, comme le gluten, la fécule amylacée en matière sucrée, ainsi que l'hordéine de l'orge, selon Kirchhoff et Proust, est insoluble à l'eau et à l'alcool qui lui enlève la propriété de fermenter, comme aussi l'ébullition dans l'eau. M. Taddeï nomme *zimôme* le ferment pur, et il a reconnu qu'avec la résine de gaïac il se développait une belle couleur bleue. »

Les témoignages à l'égard de Kirchhoff et de Proust abondent dans les écrits et mémoires de leur temps, et nous avons nous-même répété nombre de fois cette saccharification par le gluten et par la levûre de bière. Dans cette circonstance, l'art a imité la nature, et c'est précisément lorsqu'il cherche à la copier le plus fidèlement qu'il enfante le plus de merveilles, et met au jour les procédés les plus applicables.

Il semble, en effet, que les cotylédons des graines ne soient remplis de fécule que dans un but déterminé, celui de produire du sucre, et cette réaction a été déjà, depuis longtemps, constatée par nombre d'observateurs...

Nous avons maintenant à étudier un instant cette transformation de la fécule en sucre par la *diastase*, laquelle n'est autre chose qu'un *ferment* doué de propriétés particulières qui rendent son action plus énergique et plus prompte, mais non pas exceptionnelle...

Les ferments, ou plutôt le ferment diastatique, en présence de l'humidité et au contact de l'air atmosphérique, réagit sur la fécule $C^{12}H^{10}O^{10}$ et la transforme en glucose $C^{12}H^{10}O^{10} + 4HO$ en l'*hydratant* jusqu'à la proportion de quatre équivalents d'eau.

Il est facile de se rendre compte de cette action en faisant germer de l'orge, par exemple, et en arrêtant la germination lorsque la plumule a atteint deux fois et demie ou trois fois la longueur du grain.

Si l'on triture avec 8 ou 10 parties d'eau ces grains germés et qu'on filtre ensuite le liquide après l'avoir traité par quelques gouttes d'acétate de plomb, pour précipiter toutes les matières hétérogènes, on pourra constater au saccharimètre la présence du sucre.

Il en sera de même si l'on se contente de filtrer le produit sans le traiter par la dissolution d'acétate plombique et qu'on le soumette à la fermentation directe, ou aux expériences de saccharimétrie chimique. On peut même se passer de la filtration préalable et laisser la fermentation suivre son libre cours.

En laissant la germination s'avancer un peu plus, la plus grande partie de la matière amylacée a subi la transformation saccharine, et si l'on triture les graines avec 8 ou 10 parties d'eau tiède, portée à + 25 ou + 30 degrés centigrades, la fermentation alcoolique se développera dans le vase, aussi régulièrement que si l'on agissait sur une simple dissolution de sucre...

Si nous prenons une graine et que nous observions son tissu à l'aide du microscope, nous pouvons constater une enveloppe extérieure composée de cellules dans la constitution desquelles entre l'azote. A l'intérieur de cette membrane se trouve le plus souvent une masse amorphe d'une substance hydrocarbonée,

qui est, la plupart du temps, la fécule ou le mucilage, et enfin, dans un point quelconque de cette masse, une petite *cellule type*, simple au moment de la fécondation, et s'étendant, après cette époque, tout le temps qu'elle reste attachée à l'individu mère, de manière à présenter, en deux sens différents, une agrégation de cellules dont la forme correspond à la future tige et aux racines qui doivent se développer par la suite.

Lorsque cette graine est séparée de l'individu qui lui a donné naissance, le mouvement vital, qui avait commencé sous l'influence de la vie d'association, s'arrête complètement, et la graine reste à l'état léthargique ou de mort apparente, pendant un temps plus ou moins long, sans décomposition élémentaire. C'est ce temps de repos absolu qu'on a appelé durée de la propriété germinative. Mais aussitôt que l'on place la semence dans les circonstances nécessaires de température, d'humidité et d'aération, l'électricité générale reprend son influence, et le mouvement vital, suspendu momentanément, se rétablit aussitôt. Les cellules azotées, qui forment l'enveloppe périphérique, subissent un commencement de décomposition, qui agit spécialement sur la matière qui les tient agrégées. Dès que des cellules passent à l'état de dissociation, elles deviennent un agent transformateur d'une puissance énergique[1].

L'action saccharifiante du *gluten*, de la *levure*, et de certains ferments a été depuis longtemps mise hors de doute; il en est de même de la propriété de l'*orge germée*, et cette substance réduite en farine grossière a été employée de temps immémorial pour saccharifier la fécule des pommes de terre que l'on veut faire fermenter pour les livrer à la distillation. C'est à tort que certaines personnes font honneur de cette découverte à un chimiste moderne, déjà assez riche de ce qui lui appartient pour qu'il n'ait pas besoin des choses du domaine public.

L'action de l'orge germée était connue, cela est incontestable, et l'on s'en servait communément dans les provinces du nord-est de la France, dès le commencement de ce siècle, sans que les *brandeviniers*[2] aient jamais pu nous dire de qui, eux, ou leurs pères, tenaient ce procédé. Mais on ne connaissait pas à l'état de pureté le principe chimique auquel était due l'action

1. *Traité théorique et pratique de la fermentation*. N. Basset.
2. Distillateurs (expression d'origine allemande usitée dans l'ancienne Lorraine et les Trois-Évêchés).

saccharifiante du malt. Les brasseurs avaient depuis des siècles constaté que les *brassins* prennent une saveur sucrée, aussitôt que l'orge germée est introduite dans les cuves.

La découverte de Kirchhoff, relative à l'action du gluten, fit faire un pas à la question; Proust la conduisit un peu plus loin... Enfin, en 1833, MM. Payen et Persoz isolèrent la *diastase*, ou le ferment actif qui produit ce phénomène d'une manière si constante, qu'il soit employé seul ou mélangé avec les autres principes de l'orge germée.

Ajoutons que toutes les graines germées contiennent de la diastase ou un principe analogue. La nature a pourvu à la création du sucre nécessaire aux premières phases de la vie végétale et, partout, l'agent transformateur est à côté de la substance transformable.

Il est à remarquer que, dans la *saccharification naturelle*, l'agent de transformation est neutre à nos réactifs, bien qu'il soit doué de la même électricité que ce que nous appelons *acide*, tandis que, si nous mettons en contact du sucre dissous et l'un de ces agents *isolés*, la liqueur prend bientôt un caractère prononcé d'acidité.

Il paraîtrait, d'ailleurs, d'après diverses expériences de Théodore de Saussure, que l'empois d'amidon se transforme *spontanément* en plusieurs matières, dans lesquelles on rencontre constamment le glucose et une matière gommeuse analogue à ce que nous nommons aujourd'hui *dextrine*. Selon cet observateur, il se produirait une autre matière, intermédiaire entre l'amidon et la gomme, qu'il nomme *amidine*, une sorte de *ligneux amylacé*, et il resterait un peu de fécule non décomposée. L'action du gluten, d'après les remarques de ce même auteur, ne ferait que *hâter* la saccharification de l'amidon.

Ces expériences ont besoin d'être reprises et suivies avec une grande attention, et nous pensons qu'elles pourraient jeter un grand jour sur la question de la transformation de la fécule.

Théodore de Saussure formait de l'empois avec 1 de fécule et 12 d'eau bouillante, et il abandonnait le tout à la décomposition à $+ 20°$ ou $+ 25°$, soit avec le contact de l'air, soit sans cet élément. Voici les résultats qu'il indique dans les deux cas :

Résultats de la fermentation de l'amidon (sur 100 parties).

Produits.	Sans le contact de l'air.	Avec le contact de l'air.
Sucre (glucose)........	47,40	49,70
Gomme (dextrine)......	23,00	9,70
Amidine...............	8,90	5,20
Ligneux mêlé de charbon.	traces.	0,30
Ligneux amylacé........	10,30	9,20
Amidon non décomposé..	4,00	3,80
	93,60	77,90

Cette analyse ne rend pas un compte suffisant de la perte considérable que l'on remarque dans les deux cas; mais, telle qu'elle est, elle permet de constater que 100 parties d'amidon peuvent donner de 47 à 50 pour 100 de glucose par la décomposition de l'empois, *sans ferment*, en présence de l'air ou sans le contact de ce fluide.

Procédé de saccharification par la diastase. — Il faut faire observer, au préalable, que si l'emploi de la diastase n'altère pas les résidus comme celui de l'acide sulfurique, et s'il permet de les utiliser pour le bétail, il produit cependant la saccharification d'une manière moins complète, et qu'il se forme beaucoup de dextrine. La raison en est qu'un certain maximum de sucre s'oppose à l'action de la diastase, et qu'elle ne peut plus produire, dans ce cas, que la dissolution, la liquéfaction de la fécule, en la changeant en *gommeline;* la transformation ne va pas plus loin, mais on n'a pas encore bien constaté quelle est la proportion de matière sucrée qui arrête la saccharification.

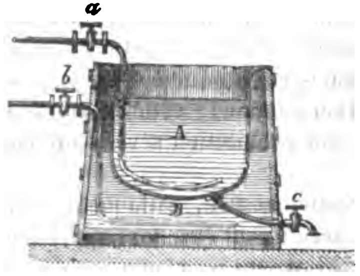


Fig. 83.

Dans une cuve B en bois (fig. 83) repose une chaudière A en

métal. B contient de l'eau que l'on peut échauffer à volonté à l'aide de la prise de vapeur *b*; la chaudière A reçoit également un tuyau de vapeur *a*. Un robinet *c* permet de vider le contenu de A.

On introduit en A de l'eau jusqu'aux deux tiers du volume, et l'on élève la température à + 70° par de la vapeur introduite en B par le robinet *b*. On verse alors, peu à peu et à mesure qu'elle se convertit en empois, de la fécule délayée dans son poids d'eau, puis on ajoute la solution de diastase ou l'orge germée, en agitant soigneusement.

L'opération est terminée lorsqu'une goutte de la liqueur refroidie ne change plus de couleur par la teinture d'iode; mais il faut faire la plus grande attention à ne pas élever la température au-dessus de + 75° *au maximum*, afin de ne pas détruire l'action de la diastase. On filtre le sirop obtenu, on le concentre comme dans le procédé à l'acide. Les autres opérations sont les mêmes.

L'appareil dont nous avons donné la figure est celui qui sert à préparer la *dextrine* ou fécule soluble. En industrie, on peut se servir d'un simple défécateur, pourvu qu'on n'élève pas la température au delà de + 75°. Quand on veut obtenir de la dextrine, il faut arrêter l'opération lorsque l'iode donne une teinte violacée (*rouge vineuse*). Pour cela on porte à l'ébullition en introduisant la vapeur par le robinet *a*; on filtre ensuite et l'on évapore.

La fabrication du glucose, à ses divers états, et des moûts fermentescibles de fécule, emploie la fécule de pommes de terre ou l'amidon des céréales pour matière première.

Il y a évidemment ici une faute grave et, dans la situation actuelle des nations européennes, les gouvernements devraient apporter un remède énergique à cette position anormale. Les récoltes en céréales et en pommes de terre sont insuffisantes pour l'alimentation humaine; cette raison seule devrait suffire pour provoquer une prohibition sévère sur l'emploi industriel de ces matières.

A défaut de cette mesure, rationnelle de tout point, mais dont la sévérité serait peut-être mal appréciée, il conviendrait de rechercher quelles sont les plantes ou parties de plantes *non alimentaires* qui renferment assez de fécule pour que l'extraction en puisse être faite économiquement. Ces plantes devraient

être d'une culture facile et d'un rendement suffisant ; elles devraient être peu exigeantes sur le choix du terrain, peu attaquables par les insectes, etc.

Les céréales et la pomme de terre pourraient, en peu d'années, être entièrement conservées pour leur destination normale, et il y aurait là, suivant nous, un service immense rendu aux populations. Nous avions consacré nous-même plusieurs années à l'étude des plantes féculentes, dans le but que nous venons de signaler, et nous avions obtenu des résultats intéressants ; mais, malheureusement pour la réussite de notre idée, nous étions resté complétement étranger à l'influence de certaines coteries toutes-puissantes en ces matières, et les essais à faire n'eurent pas lieu ou furent pratiqués dans un sens radicalement opposé à nos vues. Ils ne pouvaient aboutir à rien de sérieux, tant qu'ils n'étaient pas dirigés sur des principes certains et appuyés sur la connaissance pratique des végétaux à expérimenter.

La plante à laquelle nos recherches nous avaient conduit à donner la préférence était la *fritillaire*[1], dont les bulbes renferment de 18 à 24 pour 100 de fécule magnifique très-semblable à celle de la pomme de terre et susceptible de tous les usages de cette dernière. La plante est très-rustique, supporte très-bien l'hiver en terre dans nos climats, et se plaît admirablement dans les sols médiocres et les terres sablonneuses.

Elle n'arrive à sa croissance qu'en trois ou quatre ans ; mais comme son produit est de cinq fois plus considérable que celui de la pomme de terre, la question de temps ne serait pas à considérer autrement que comme accessoire. Il est possible, d'ailleurs, de combiner sa culture de manière à obtenir *tous les ans* un produit supérieur à celui de la pomme de terre sur une surface donnée. Il faudrait, pour cela, planter, en automne, les bulbes-semences de deux ans et de première année, mélangées en égale proportion. A l'automne suivant, la récolte serait triée, de manière à n'envoyer à l'usine que les bulbes d'un volume suffisant, environ le tiers de la masse, et le reste serait aussitôt replanté à quinze centimètres de distance en tout sens.

Le produit du triage, représentant le tiers de la récolte, four-

1. *Fritillaria imperialis.* (Liliacées.)

nit un chiffre de fécule plus considérable que celui qu'on obtiendrait de la pomme de terre cultivée dans le même espace. L'extraction de la fécule de fritillaire est très-facile, la division des bulbes s'opérant très-facilement par la râpe ; mais il importe de la laver avec le plus grand soin, pour la débarrasser de l'odeur propre désagréable de la plante.

Nous livrons ces faits au lecteur, dans la pensée que l'expérimentation individuelle de quelques personnes zélées pour le progrès viendra corroborer la nôtre et, peut-être, amènera la culture de quelques plantes féculentes nouvelles, susceptibles de rendre de bons services à l'industrie des fécules et des glucoses, tout en faisant progresser la question alimentaire.

Les *arum*, les fruits du *marronnier d'Inde*, les bulbes de *colchique*, un grand nombre de racines indigènes à notre sol, ou acclimatées depuis de longues années, renferment des proportions très-variables de fécule, mais aucune ne nous a donné des résultats comparables à ceux qui viennent d'être indiqués. Ce n'est pas une raison cependant pour que des recherches plus attentives ne présentent pas des chances de succès, et nous croyons fermement qu'il reste énormément à faire dans cette voie. Nous avons pu nous convaincre, par des expériences nombreuses, répétées plusieurs fois, que l'on peut obtenir de bons produits fermentescibles en traitant directement un grand nombre de plantes par l'acidulation. Cette idée mérite assurément d'être étudiée à fond, surtout par les fabricants de glucose, dont le but principal est l'alcoolisation.

Nous bornons aux notions précédentes ce que nous avions à dire sur les principaux sucres non prismatiques et, notamment, sur le sucre de fécule, chacun pouvant aisément appliquer les principes exposés, selon les exigences de sa situation particulière, ou les conditions de local, de ressources et d'instrumentation.

CHAPITRE V.

Questions de législation.

La situation particulière faite à la France par les événements désastreux de 1870 a modifié complétement la situation de la sucrerie au point de vue de l'impôt. C'est à l'industrie sucrière que l'on a demandé le plus pour constituer les ressources nécessaires au rétablissement de l'équilibre budgétaire. Les considérations les plus simples du patriotisme doivent engager tous les intéressés à supporter patiemment une situation transitoire, et qui, plus tard, dans un avenir assez rapproché peut-être, n'aura plus de raison d'être. Nous ne pouvons donc examiner ici, au point de vue où nous aurions voulu nous placer, la question de législation afférente à la sucrerie, et nous devons nous borner à mettre sous les yeux du lecteur quelques observations générales relativement à l'impôt des sucres. Il est naturel, sans doute, que toutes les forces vives et productrices de la nation concourent à l'équilibration du budget d'un grand pays. Nous ne voyons aucun obstacle à ce que l'impôt atteigne toutes les productions de l'agriculture ou de l'industrie, toutes les transactions commerciales, en un mot, toute la richesse réelle; mais encore conviendrait-il de ne pas perdre de vue les principes de l'équité et de la justice. Sans remonter aux origines de la législation qui pèse sur l'industrie sucrière, et en écartant les nécessités actuelles, devant lesquelles tout homme intelligent doit savoir se courber, nous voulons raisonner dans la normale et appliquer seulement notre argumentation à une situation régulière, telle qu'on peut espérer de la recouvrer dans un certain temps.

Les principes qui doivent diriger le législateur dans l'établissement d'un impôt, dans la création d'une loi fiscale, sont de différents ordres, et il est bon pour tous, dans tous les pays du monde, d'en comprendre l'étendue et la valeur.

En considérant l'impôt comme un apport social fait au Trésor public, à la Caisse commune, il est certain que les membres d'une société doivent cet impôt en raison directe des

avantages qu'ils retirent du pacte social. Que l'on se débatte dans le vague des théories les plus opposées, que l'on adopte les rêveries socialistes et les utopies républicaines, ou que l'on concentre son opinion politique dans les doctrines opposées, on est obligé de convenir de ce fait, que les droits de la justice et de l'équité sont imprescriptibles. Si donc, dans une société humaine, un individu donné jouit du maximum de richesse, de revenus, de bien-être, on doit admettre que cet individu doit beaucoup plus à l'état social que celui dont les ressources sont bornées, dont la situation est pauvre ou misérable. C'est dire que l'impôt est dû par les citoyens d'un État proportionnellement à leur fortune, et quelles que soient les objections faites ou à faire par les intéressés, cette proposition est conforme aux principes de la justice naturelle. Jusqu'à présent, dans la pratique, les sociétés modernes les plus éclairées, tout en reconnaissant la vérité de ce principe, ont reculé devant une application pratique et sérieuse, et cette pusillanimité égoïste doit être regardée comme la source des dissentiments sociaux qui agitent notre époque. Il est souverainement absurde, en effet, que celui-là apporte le moins à la caisse publique et supporte un minimum de charges, qui jouit d'un plus grand bénéfice dans l'association. Il est absurde que le faible et le pauvre supportent la presque totalité des subsides quand le fort et le riche ne sont pas atteints proportionnellement à leurs forces. Il existe sans doute dans chaque nation des circonstances pratiques devant lesquelles l'application de ce principe peut paraître difficile; mais cette difficulté même n'ôte absolument rien à la vérité fondamentale de la règle.

Sous un autre point de vue, on ne peut contester que l'État doive à tous les membres de la nation une protection égale, sage et éclairée. Or, s'il est un grand nombre d'impôts qui peuvent et doivent atteindre proportionnellement tous les citoyens, il en est d'autres dont l'iniquité frappe tous les bons esprits. En règle générale, toutes les matières nécessaires à la vie devraient être indemnes, sauf dans ces cas rares où une catastrophe exige de tous le dévouement et l'abnégation. On n'a songé nulle part à frapper d'un impôt le pain, cet objet nécessaire de l'alimentation, dans les pays civilisés. Mais le pain est loin d'être seul nécessaire à la vie; la viande, les boissons ordinaires, les vêtements autres que ceux de luxe et une

foule d'objets de consommation directe et nécessaire, sont placés dans le même cas. Nous n'hésitons pas à ranger le sucre parmi les objets de consommation nécessaires à la vie et, dans un grand nombre de circonstances, nous avons émis cette opinion que l'impôt sur le sucre est aussi anormal que le serait celui du pain. Les raisons que nous avons fait valoir à ce sujet ont paru concluantes à ceux qui ont voulu prendre la peine de les examiner, mais, nous le répétons encore, cette opinion doit s'effacer momentanément devant les nécessités présentes. Comme beaucoup d'autres choses, le sucre doit supporter sa part dans les malheurs du temps, et il reste seulement à ne la lui faire supporter que dans une proportion équitable. Nous doutons que cela ait été fait. Nous croyons qu'on aurait pu mieux faire, et que, sans s'abaisser à établir des impôts ridicules, le législateur aurait pu trouver aisément des ressources suffisantes, en se pénétrant des règles de la justice.

Nous n'irons pas plus loin dans cet ordre d'idées, et nous prions le lecteur de ne voir, dans les propositions qui précèdent, aucune adhésion à certaines utopies que nous repoussons de toutes nos forces. Nous n'avons voulu et nous ne voulons que l'application du droit strict, laquelle est un devoir absolu pour ceux qui sont chargés d'établir des lois ou d'en surveiller l'exécution.

I. — DES BASES DE L'IMPÔT SUR LE SUCRE.

L'impôt du sucre, en France, a été établi sur la base la plus inique et la plus irrationnelle qu'on ait pu imaginer. On ne s'est pas contenté de frapper un produit réel, agricole ou industriel; on a voulu exiger quand même du fabricant un résultat déterminé et, sans aucun souci des conditions du travail, on a établi des rendements, souvent impossibles, dont la fixation est une de ces entraves que le dernier empereur avait tant à cœur de supprimer. On a imposé à l'industriel une surveillance de tous les instants, aussi onéreuse pour l'État qu'illusoire dans ses résultats; on lui a fait supporter des manquants, ce qui équivaut à une condamnation à l'amende, et l'on a prétendu que telle densité du jus devait correspondre à un rendement déterminé. Si les auteurs de cette mesure draconienne avaient eu la moindre connaissance du travail sucrier,

s'ils avaient été animés d'un esprit de justice et d'impartialité; si la plupart d'entre eux n'avaient été des ennemis systématiques de la sucrerie indigène, et s'ils n'avaient été intéressés directement à en arrêter l'essor et la prospérité, aucun d'entre eux, croyons-nous, n'aurait osé donner sa sanction à une idée aussi peu intelligente. Mais on doit reconnaître que, chez nous, il est beaucoup plus aisé de faire une sottise ou de commettre une faute que de la réparer. Telle mesure inepte a été prise en quelques minutes qui demandera un demi-siècle pendant lequel on en subira l'application, avant qu'on ait songé à la supprimer.

L'exercice à la fabrication est une de ces anomalies que repousse le bon sens. Il est impossible, en effet, à la faconde des avocats législateurs de faire que tous les fabricants soient égaux en mérite industriel, et la matière première restant la même, en supposant les moyens matériels identiques, on voit tous les jours dans des fabriques voisines les rendements différer. Or, le fabricant n'a aucun intérêt à ne pas atteindre le maximum; s'il ne fait pas plus, c'est qu'il ne le peut pas, et il est d'une iniquité révoltante de le punir de son impuissance. Nous nous élevons donc et nous nous élèverons toujours contre l'exercice et la prise en charge à la fabrication, parce que ces mesures sont injustes, arbitraires et vexatoires, parce qu'elles choquent la raison, et parce qu'elles n'apportent en réalité aucun profit au Trésor. Il était, d'ailleurs, facile d'imposer le sucre sans recourir à des moyens odieux, et le mode d'impôt adopté pour le vin présentait toute sécurité au fisc, sans apporter une gêne notable à l'industriel.

Il était aisé, en effet, de n'autoriser la circulation des sucres et leur sortie de l'usine que moyennant passavant ou acquit à caution; il était facile de les imposer à la consommation, ou même de les réunir en entrepôt, et l'on avait le choix parmi un grand nombre de moyens rationnels. L'administration fiscale n'a pas à s'occuper de la manière dont un fabricant procède pour obtenir ses produits; elle n'a pas le droit de lui imposer un chiffre de rendement, ni d'exiger qu'il soit assez heureux pour atteindre le maximum donné. Le manufacturier inhabile est déjà assez puni de sa maladresse par l'augmentation de son prix de revient, sans qu'on y joigne des pénalités d'un autre genre. Le fisc n'a pas le droit d'imposer la présence

de ses agents à l'usine, et son rôle doit se borner à empêcher la fraude ou les tentatives de fraude.

La situation a été mieux comprise, au point de vue de l'équité, dans d'autres pays, et lorsqu'un fabricant paye l'impôt sur le poids des betteraves qu'il emploie, il a au moins cette satisfaction d'être libre de ses actes et de ses allures. Cette combinaison est trop simple pour qu'elle ait des chances d'être adoptée, et il en est de même de celles qui consistent à imposer la racine sucrière en raison de l'espace consacré à sa culture.

Tous ces moyens fiscaux nous semblent irréfléchis en présence de la facilité avec laquelle le sucre pourrait être frappé en entrepôt, puisqu'il suffirait de vouloir pour que la totalité du sucre produit dans une campagne fût mise en quelque façon à la disposition des agents du trésor, et pour qu'il n'en fût pas vendu une parcelle, soit à la consommation, soit à la raffinerie, soit à l'exportation, sans que l'impôt en ait été acquitté, ou tout au moins, sans que le règlement en ait été fait. Cela n'empêcherait même pas le fabricant de débattre lui-même ses prix de vente chez lui, à sa convenance, mais la livraison ne serait faite que dans les docks de l'État, après acquit de la taxe par l'acheteur.

L'iniquité légale dont nous venons de parler s'accroît encore aux yeux de l'observateur, si l'on considère que, jusqu'à présent, et malgré toutes les réclamations possibles, une industrie parasitaire d'à côté, la raffinerie, a été exemptée de toutes les charges, et mise à même, par tous moyens, de réaliser des bénéfices scandaleux. Au fabricant la responsabilité, les chances de pertes, de mauvais rendements et d'amendes, l'exercice, la prise en charge et leurs conséquences; au raffineur la liberté dans le travail, dans les transactions, la fixation d'un rendement inférieur à la vérité, la restitution du droit sur des allégations souvent fictives, la possibilité d'écraser la fabrication, de tromper le fisc, de peser sur le marché : telle a été et telle est encore la situation réelle.

Il est donc impossible de considérer la législation française comme présentant ce caractère d'équité et de loyauté qui devrait la diriger. Les raisons de cet état de choses et les causes de ces anomalies sont d'un ordre très-délicat, et nous pouvons à peine les effleurer. Au début de l'impôt, le but évident était la destruction et l'anéantissement de l'industrie indigène; la ma-

jorité des législateurs était intéressée dans les opérations de la sucrerie exotique. Depuis lors, l'intérêt a changé de côté, sans produire de meilleurs résultats : ceux qui autrefois plaidaient en faveur du sucre colonial se trouvent devenus les actionnaires ou les co-intéressés des grandes raffineries européennes, et l'on comprend qu'à ce titre ils ont saisi toutes les occasions de favoriser la raffinerie aux dépens de la fabrication, du Trésor même et de la consommation. Les débats parlementaires donnent aisément la preuve de ces propositions. Toutes les enquêtes n'ont servi à rien et, même dans les derniers temps, au moment où il devenait nécessaire de réunir toutes les forces et toutes les ressources, la fabrication seule a été frappée, et la raffinerie a pu continuer à jouir paisiblement de ses privilèges. Achetant à la richesse, faisant supporter à la fabrication une réfaction inique, ne payant l'impôt que sur la base ridicule de la nuance, la raffinerie trouve un écart considérable entre son rendement vrai et le rendement fictif légal; une partie notable du sucre raffiné reste indemne, ce qui n'empêche pas cet autre fait, déjà signalé, que l'on fait consommer au public, au prix fort, des sortes de deuxième et de troisième qualité. Il n'y a donc rien d'étonnant à voir, en France, la fabrication se traîner terre à terre, n'arriver à vivre qu'à force d'expédients et d'habileté industrielle, tandis que les raffineurs se sont créé des fortunes colossales aux dépens de tout et de tous.

II. — Comparaison des systèmes.

En supposant qu'une législature composée d'hommes d'affaires, plus dévouée aux intérêts du pays qu'à de vaines théories politiques, voulût enfin s'occuper sérieusement de la question des sucres, il semble aux bons esprits que rien ne serait plus facile que d'assurer la sécurité des intérêts du Trésor en supprimant toutes les mesures vexatoires et les iniquités légales dont la sucrerie a été l'objet. Pour s'en rendre compte, il suffit d'examiner brièvement la situation qui pourrait être faite au producteur, au consommateur et à l'État par l'une des mesures dont il a été question précédemment, c'est-à-dire par la livraison en entrepôts, par l'impôt sur la matière première, ou sur l'espace cultivé en plantes saccharifères.

1° Dans le cas de livraison en entrepôts, le producteur agri-

cole et le producteur industriel pourraient être débarrassés de tous les ennuis qui ont été signalés; ce serait à eux de s'entendre pour créer les meilleures variétés et obtenir les meilleurs rendements culturaux. Le fabricant, débarrassé de l'exercice et de la prise en charge, serait libre chez lui, et il pourrait chercher à améliorer son travail, à augmenter son rendement, à diminuer son prix de revient, par l'adoption de meilleures machines, ou de procédés plus intelligents. Dans la situation actuelle, au contraire, la crainte d'un échec, même momentané, et la perspective de sommes considérables à payer au fisc pour des manquants, le forcent à rester dans la routine, à suivre les voies battues, et à reculer devant le progrès manufacturier. Il sait que, par telle méthode, il pourrait espérer une augmentation de rendement, une amélioration dans ses produits; mais cette espérance reste pour lui à l'état de mirage, parce que, d'autre part, il est certain que la méthode vulgaire et courante lui permet d'obtenir un rendement moyen égal à celui qu'exige le fisc. Suivant l'expression du fabuliste, il préfère un tiens à deux tu l'auras, et personne ne saurait en réalité songer à l'en blâmer.

L'intérêt de l'industriel serait donc satisfait par la livraison en entrepôt; il serait débarrassé des entraves qui lui sont imposées, et désormais il ne pourrait attribuer ses mécomptes qu'à ses fautes ou à ses inconséquences personnelles.

Il est certain également que, dans ce cas et à un taux d'impôt égal, le prix du sucre tendrait à s'abaisser, en raison même des progrès de la fabrication et de la culture, puisque les prix de vente pourraient être diminués graduellement sans nuire aux résultats financiers de l'usine. Ce n'est pas en vendant peu de sucre très-cher qu'on réalise de grands bénéfices; c'est plutôt en vendant beaucoup de sucre avec un écart moindre, et cette proposition incontestable n'a nul besoin de justification.

L'État lui-même n'aurait rien à perdre à cette mesure. Sans parler de la suppression d'une armée d'agents devenus inutiles, on conçoit que, tous les sucres devant passer par un entrepôt avant la livraison et l'acheteur devant payer l'impôt en se livrant, ou fournir des références et des garanties, le Trésor n'aurait à souffrir aucune perte. Les sucres sortant de la fabrique pour être dirigés vers l'entrepôt seraient l'objet d'un simple passavant, et circuleraient dans la même condition que les

vins. Nous ne voyons, pour notre part, aucune espèce d'inconvénient à ce mode, qui couperait court à toutes les objections, et ferait entrer la sucrerie dans une voie nouvelle de prospérité et de succès[1].

2° De même, l'impôt sur la matière première présenterait une solution normale et régulière. Tel fabricant employant 10 millions de kilogrammes de betteraves aurait à payer un chiffre prévu par 1000 kilogrammes et, tout en lui accordant des termes de payement échelonnés dans l'année de fabrication, l'État serait à l'abri des fraudes, l'industriel serait le maître dans son usine, et il suffirait, au début de la campagne, de vérifier la déclaration du fabricant et le quantum de ses marchés pour que les intérêts fiscaux fussent parfaitement assurés. Il en serait de même dans le cas où la betterave supporterait l'impôt par hectare de terre cultivée en racines sucrières et, dans ce dernier cas, l'économie pour l'État serait plus grande encore, puisque les percepteurs pourraient être chargés du recouvrement de l'impôt, et qu'ils seraient aidés dans cette tâche par les répartiteurs communaux. Rien n'empêcherait que le cultivateur n'eût pas à supporter des avances plus ou moins onéreuses et que, sur sa déclaration de destination, le fabricant fût responsable de l'impôt afférent à la quantité pour laquelle il aurait traité.

Ce dernier mode d'assiette de l'impôt, adopté déjà pour ce qu'il a d'essentiel dans plusieurs pays européens, nous paraît le plus simple et le plus logique, en même temps qu'il serait le plus économique pour le Trésor et le plus favorable aux intérêts généraux. En effet, l'État n'aurait plus à s'enquérir d'une foule de détails par lesquels son action devient tracassière et exorbitante. Le cultivateur et le fabricant, intéressés l'un et l'autre à faire produire, par une superficie donnée, le maximum de sucre, choisiraient les espèces les plus améliorées, celles dont la richesse sucrière concorderait le mieux avec la

1. On conçoit l'indispensable nécessité de diminuer les frais de perception des impôts, lorsqu'on sait que ces frais s'élèvent en France au 1/10 des recettes totales. Ainsi, sur le budget de 1872, on trouve que le chiffre des dépenses est égal à 2,334,759,208 francs, et que les recettes s'élèvent à 2,314,105,959 francs. En face de ces chiffres, les frais de régie et de perception des impôts montent à la somme énorme de 258,331,364 francs. Il est impossible de ne pas être à la fois indigné et attristé en face d'un tel gaspillage des fonds publics.

plus grande quantité pondérale, et il en résulterait très-certainement en peu d'années une diminution considérable sur le prix de revient du sucre et sur le chiffre de vente à la consommation.

Si jamais une loi d'impôt, reposant sur la donnée précédente, était soumise à la discussion de nos législateurs français, il est certain qu'elle soulèverait des colères effroyables et déchaînerait les plus violentes tempêtes sur la mer du parlementarisme. Ces colères et ces tempêtes ne doivent pas peser dans la balance, et il est à espérer, pour l'honneur et la prospérité de notre pays, qu'un jour viendra où un homme de bien osera la proposer. Il aura contre lui toute la coalition fiscale, à la vérité, mais ce serait un grand bienfait si l'on parvenait à réduire le nombre des employés et à combattre fructueusement la monomanie des *places* qui s'est emparée des esprits.

Cette sorte de folie a fait parmi nous des progrès étranges. Autrefois, nos pères préféraient le rude labeur des champs, le travail de l'industrie, les occupations du commerce au collier de la bureaucratie ; aujourd'hui la crainte de la fatigue et l'absence de l'énergie morale font que le grand nombre se rue vers les emplois. Les plus humbles excitent les convoitises tout autant que les plus élevés et, depuis le portefeuille du ministre jusqu'à la plaque du garde champêtre, tout ce qui indique une parcelle d'autorité, si infime qu'on la suppose, attire les désirs et les passions.

Où donc serait le mal si l'on supprimait deux mille agents du fisc devenus inutiles? Pourquoi ces gens-là ne retourneraient-ils pas à la charrue, au comptoir, ou à l'atelier? Pourquoi ceux dont les droits sont acquis par de loyaux services sous les drapeaux, pourquoi les anciens soldats ne seraient-ils pas chargés des fonctions nécessaires pour lesquelles on élève dans la fainéantise des milliers de surnuméraires attirés par l'amour de l'oisiveté?

Tous ces emplois si nombreux, si peu rétribués qu'un homme ne peut les rechercher que par la haine du travail et la passion de l'autorité, ne seraient-ils pas une ressource modeste pour les serviteurs du pays, pour ceux qui lui ont donné les années de leur jeunesse et dont l'avenir est mis en oubli chez nous, surtout par ceux qui devraient y songer davantage?

Nous ne voyons pas bien comment il pourrait être nécessaire

de perpétuer les tristes errements dont la sucrerie a été le prétexte et la victime, dans le seul but de donner de l'emploi à deux mille émigrés du travail. Si, dans cette armée fiscale, il se trouve des hommes utiles, d'honnêtes serviteurs de l'État, dont il serait injuste de nier les droits réels, qu'on leur ouvre les bureaux des administrations, des ministères, et qu'on remplace par des employés laborieux les paresseux qui encombrent le chemin par leur nullité et leur indolence. On pourra arriver ainsi à concilier bien des choses, et il suffit d'ouvrir les yeux pour comprendre l'inanité de l'objection. Il est à peine besoin d'ajouter que, dans tout État bien organisé, l'économie est une règle absolue et que, pour pouvoir faire les dépenses utiles ou nécessaires, il est indispensable de s'arrêter devant le gaspillage. L'observation fait voir que tout le travail administratif français pourrait être mieux fait, et beaucoup plus rapidement, par un nombre quatre fois moindre d'employés, si les charges étaient plus équitablement réparties...

Observations. — On conçoit que nous ayons voulu seulement esquisser quelques idées générales sur cette question si grave de la législation des sucres, en présence des dispositions temporaires exigées par les circonstances. C'est précisément parce que nous ne croyons pas à la stabilité de ces mesures que nous avons dû déroger à notre plan et nous borner aux considérations générales qui précèdent. Comme la plupart des nations européennes sont solidaires dans cette question, en raison des rapports commerciaux et des nécessités de l'exportation, si la France entrait dans une voie plus rationnelle, il deviendrait bientôt indispensable de modifier les conventions internationales. Nous ne mettrons donc pas sous les yeux du lecteur les dispositions transitoires imaginées depuis quelque temps, et nous croyons devoir nous arrêter dans un ordre d'idées au sujet duquel de nombreux intéressés ont déjà pu faire sans doute les mêmes réflexions que nous.

Nous prenons congé du lecteur en sollicitant de nouveau son indulgence pour les défauts de cet ouvrage, dans lequel nous avons cherché seulement à rétablir les principaux faits de la sucrerie dans toute leur vérité. Nous avons dû, sans doute, laisser encore dans l'ombre une foule de questions intéressantes; mais comme la solution de tous les problèmes secon-

daires qu'on rencontre dans l'application est sous la dépendance des principes généraux, au sujet desquels il a été fourni les explications et les démonstrations les plus étendues, nous espérons que le fabricant ne rencontrera aucune difficulté sérieuse dans ses travaux, s'il est pénétré de l'importance des règles scientifiques. Ajoutons, en terminant, que nous nous efforcerons de tenir cet ouvrage au courant de toutes les améliorations importantes et que nous serons heureux d'accueillir les observations de nos lecteurs sur les erreurs auxquelles nous aurions pu être entraîné[1]. Ce n'est que par le concours des hommes de bon vouloir qu'une œuvre de technologie peut atteindre une certaine perfection relative, et nous offrons par avance à ceux qui entendront notre appel la sincère expression de toute notre reconnaissance.

1. Les communications relatives à la sucrerie devront être adressées à M. N. Basset, 60, rue des Dames, Paris, et il en sera tenu compte dans les tirages ultérieurs.

NOTES JUSTIFICATIVES

NOTE A

PRÉEXISTENCE DU SUCRE INCRISTALLISABLE DANS LA CANNE

L'objet de cette note est moins de démontrer l'erreur commise par M. Péligot dans ses travaux sur la canne à sucre que de faire voir aux fabricants de sucre exotique quelle est leur situation réelle et combien ils doivent se garder contre les exagérations de tout genre qui peuvent être la conséquence de renseignements incomplets.

Dans la canne, comme dans toute autre graminée saccharifère, le point de départ, au point de vue du genre sucre, est dans la fécule et la gomme ou leurs congénères. Cette proposition devient de toute évidence si l'on prend la peine de faire ce que nous avons fait nous-même, et d'exécuter une expérience qui a été faite à plusieurs reprises par différents observateurs. En prenant une canne mûre tout entière, et en essayant un à un les entre-nœuds qui la composent, on constatera très-facilement que la saccharimétrie n'accuse pas la présence du glucose, au moins d'une manière sensible, dans les portions parvenues à maturité. Si, en poursuivant le travail, on examine l'entre-nœud correspondant à la feuille vivante encore, au-dessous de la flèche, on trouvera que le vesou de cet entre-nœud réduit notablement la liqueur cupropotassique. L'entre-nœud suivant donnera une réaction plus sensible encore. Enfin si l'on dépouille la gaîne des feuilles supérieures, on trouvera dans les entre-nœuds correspondants, non-seulement du glucose, mais encore de la dextrine précipitable par les sels de plomb, et de la fécule, dont la teinture d'iode décèle la présence.

Cette fécule est d'autant plus abondante que l'on examine un

entre-nœud plus jeune, plus voisin du sommet de l'axe. Le phénomène est encore plus frappant quand on étudie un jeune bourgeon de canne sortant d'une bouture, et l'on y rencontre même de la diastase.

Comme tous ces faits sont tangibles, faciles à vérifier par tout le monde, et qu'ils emportent avec eux une preuve irréfragable, nous nous contenterons d'en déduire quelques conclusions : 1° les portions très-mûres de la canne, seules, soit les nœuds inférieurs, peuvent être considérées comme renfermant essentiellement du sucre prismatique; 2° l'industriel qui emploie dans sa fabrication les parties supérieures de la canne, non mûres, correspondant aux feuilles vivantes, introduit le glucose dans ses vesous, quoi qu'on en ait dit; il en est de même encore lorsqu'on traite des cannes avariées, blessées, meurtries, etc.; 3° cette cause d'augmentation du sucre incristallisable et des mélasses doit être prise en sérieuse considération par les planteurs, et ce serait une faute grave de se laisser aller à des calculs de rendement exagéré basé sur les conclusions de M. Péligot, si l'on ne se plaçait pas dans les conditions où ont été faites les expériences du savant chimiste. Pour tous ceux qui connaissent un peu la canne à sucre, il est certain que les vesous sur lesquels ont été faites les vérifications provenaient de nœuds inférieurs, et qu'ils étaient d'excellente qualité. On ne pourrait évidemment raisonner de même, si l'on n'apportait pas le plus grand soin au triage des parties de canne, de manière à renvoyer à la rhumerie tout ce qui n'est pas d'une maturité complète.

C'est déjà bien assez que, par suite des opérations elles-mêmes, en raison de l'action de la chaleur, de l'eau, des sels, des alcalis, de la négligence plus ou moins grande apportée dans les opérations, il se produise forcément un peu de sucre incristallisable, sans qu'on en introduise volontairement dans les jus. Cette circonstance diminue en effet le rendement en sucre prismatique, puisqu'une partie de glucose retient en dissolution un poids égal de ce sucre.

NOTE B

ÉTAT DES DÉPENSES D'ÉTABLISSEMENT ET DE FABRICATION DE LA SUCRERIE DE ROQUELINCOURT, PRÈS ARRAS, EN 1835.

Ce n'est qu'à titre de curiosité que nous reproduisons le document suivant, qui s'applique à une sucrerie qui traitait seulement 35,000 à 40,000 kilog. de betteraves par jour de vingt-quatre heures et qui ne pourrait être regardée, aujourd'hui, que comme une su-

crerie de grande ferme, correspondant avec deux cents têtes de gros bétail environ (200) ou l'équivalent en petites espèces de rente. Les chiffres de cet état de dépenses et de recettes ne présentent plus d'autre valeur que celle qu'on retire de documents comparatifs et, sous ce rapport, ils peuvent être intéressants à consulter.

A. — Dépenses d'établissement.

1 machine de la force de 4 chevaux................	4,800 fr.
3 générateurs, dont 2 de la force de 30 chevaux et 1 de 40....................................	22,000
2 macérateurs en tôle............................	5,750
2 coupe-racines..................................	1,000
3 chaudières à déféquer avec double fond..........	3,600
10 chaudières cylindriques à concentration, à 1,000 francs chacune................................	10,000
2 chaudières cylindriques de cuite................	2,000
2 rafraîchissoirs en cuivre pour 24 et 36 formes....	1,300
2 presses aux écumes en fonte....................	1,000
16 filtres en bois, à 20 francs; d'autres doublés en cuivre à 80 fr................................	320
1 pompe à eau....................................	280
2 avale-tout et 6 bacs doublés en cuivre..........	2,000
10 bacs, écumoirs, pucheux, etc...................	1,000
1 bâche en tôle, avec serpentin pour le macérateur.	600
1 treuil avec accessoires.........................	350
1,500 formes et pots à 4 francs. Tuyaux de vapeur et autres....................................	9,000
Calorifères en fonte pour générateurs et fourneaux..	2,000
Bois et ouvrages de charpente pour le mobilier.....	3,000
Placement des machines...........................	2,000
	72,000 fr.
Objets divers....................................	3,000
Bâtiments..	25,000
Total........	100,000 fr.

B. — Dépenses approximatives pour la fabrication de 60 *à* 70 *milliers de betteraves en vingt-quatre heures.*

PERSONNEL.

Au lavoir..	2 hommes.
Au coupe-racines.................................	2 garçons.
Au treuil..	1 homme.
Au macérateur....................................	4 hommes.
Défécation.......................................	1 homme.
Cuiseurs et filtreurs............................	4 hommes.

Aux presses à écumes	2 hommes.
Pour lochen les formes	2
Chauffeurs	2
Aux pulpes	2
Valets de cour	2
Charretier	1 homme.

26 personnes employées par jour de 12 heures, pour 24 heures, 52 personnes; pour 150 jours de fabrication, soit 7,800 journées, à 1 fr. 25 cent. .... 9,750 fr.

2 contre-maîtres à 1,200 francs 2,400

1 surveillant mécanicien 1,000

Total .... 13,150 fr.

DÉPENSES.

Frais de personnel pour 150 jours		13,150 fr.
75 hectolitres de charbon, calculés sur 3 hectolitres par cheval, soit, pour 150 jours, 11,250 hectolitres à 1 fr. 75 cent.		19,687
Chaux, huile à brûler		1,500
1,650 fosses à 1 fr. 25 cent. pour les betteraves à employer		2,063
Noir à raison de 70 pour 100 de sucre présumé, à 13 fr. 50 c. le cent	37,422	43,890
1/4 revivifié à 7 p. 100	6,468	
Avaries sur les appareils		3,000
Intérêts à 5 pour 100 sur une mise de 100,000 francs		5,000
Coût des betteraves à 8 francs		88,000
2,640 sacs à sucre à 1 franc		2,640
Frais imprévus		4,770
Total		183,700 fr.

PRODUITS.

550 milliers de sucre brut, calculés à raison d'un rendement de 5 pour 100, et au prix moyen très-bas de 50 francs les cent livres .... 275,000 fr.

360,000 livres de mélasse, au prix également très-bas de 5 francs les 100 livres 18,000

En opérant la distillation de ces mélasses, ce qui ne nécessite pas d'appareils bien dispendieux, on obtiendrait un produit bien plus considérable.

2,200,000 livres de pulpe, calculée au prix d'achat de la betterave, soit 8 francs le millier 17,600

Total .... 310,600 fr.

Observations. — En diminuant les 183,700 francs de frais de la valeur de la mélasse et de celle de la pulpe, ensemble de 35,600 fr. on trouve un chiffre de frais égal à 148,100 francs, ce qui donnait, pour revient des 100 kilog. de sucre purgé en formes, ou à peu près raffiné, un chiffre de 65 fr. 82 c. Le prix de vente étant alors de 100 francs par 100 kil., le bénéfice était de 34 fr. 18 c. par 100 kil., soit de 78,364 francs pour la campagne sans impôts.

Par un impôt de 50 francs au prix de vente de 150 francs, le bénéfice resterait absolument identique.

NOTE C.

TABLE DE RENDEMENT DE WALKHOFF.

Nous reproduisons ci-dessous les tables de rendement du spécialiste allemand dont il a été question dans ce troisième volume (page 362), tout en faisant observer au lecteur que les appréciations à en déduire ne peuvent être que relatives, et que l'auteur lui-même recommande de tenir grand compte des différences produites par les circonstances locales.

Produit de 100 kilogrammes de betteraves. Rendement en jus 80 p. 100.

DEGRÉS BAUMÉ du jus.	TAUX 0/0 BALLING	COMPOSÉ DE		RENDEMENT		
		sucre.	sels étrangers.	en masse cuite.	en sucre brut à 94 0/0.	en mélasse.
		0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
6,00	10,8	8,1	2,7	7,3	4,8	2,3
6,50	11,7	8,77	2,43	7,9	5,2	2,5
7,00	12,6	9,45	3,15	8,5	5,6	2,6
7,50	13,5	10,1	3,4	9,1	6,0	2,8
8,00	14,4	10,8	3,6	9,7	6,4	3,0
8,50	15,3	11,5	3,8	10,4	6,8	3,2
9,00	16,2	12,15	4,5	10,9	7,2	3,4
9,50	17,1	12,8	4,3	11,5	7,6	3,6
10,00	18,0	13,5	4,5	12,2	8,0	3,8

Rendement en jus : 90 p. 100.

DEGRÉS BAUMÉ du jus.	TAUX 0/0 BALLING	COMPOSÉ DE		RENDEMENT		
		sucre.	sels étrangers.	en masse cuite.	en sucre brut à 94 0/0.	en mélasse.
		0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
6,00	10,8	8,1	2,7	8,2	5,4	2,5
6,50	11,7	8,77	2,43	8,9	5,9	2,7
7,00	12,6	9,45	3,15	9,6	6,3	2,9
7,50	13,5	10,1	3,4	10,3	6,7	3,1
8,00	14,4	10,8	3,6	10,9	7,2	3,3
8,50	15,3	11,5	3,8	11,5	7,8	3,5
9,00	16,2	12,15	4,5	12,2	8,3	3,7
9,50	17,1	12,8	4,3	13,0	8,6	3,9
10,00	18,0	13,5	4,5	13,7	9,0	4,2

Les fabricants ne peuvent évidemment trouver dans ces tableaux que des aperçus généraux basés sur des calculs personnels et pouvant servir à des appréciations sommaires. La pratique s'éloigne notablement des résultats indiqués, et il ne conviendrait pas de les prendre pour bases d'évaluation de rendement, bien qu'ils puissent servir à donner une idée de l'ensemble des opérations d'une campagne, pourvu que l'on connaisse, au préalable, la densité des jus et leur composition en sucre et sels étrangers.

NOTE D

DE QUELQUES FRAUDES PRATIQUÉES EN SUCRERIE.

La fabrication française, soucieuse de sa dignité, et peut-être aussi de son intérêt, vend ses produits sans leur faire subir d'altérations frauduleuses portant sur la nature même de la matière. Cependant nous avons pu observer une fraude préjudiciable aux intérêts du Trésor et qui se pratique parfois sous la pression de certains courtiers, au bénéfice des raffineurs. Nous voulons parler du mélange des sortes et de la coloration artificielle des produits, qui se pratiquent par quelques fabricants peu scrupuleux, malgré la surveillance des agents du fisc. Cette fraude a pour résultat de diminuer la quotité de l'impôt à payer au Trésor, puisque, mal-

heureusement, cet impôt est stupidement basé sur la nuance. Des sucres très-riches, mal clairés à la turbine, ou claircés au sirop très-coloré, ou des sucres mélangés avec des sortes plus brunes, avec un peu de mélasse ou de caramel au besoin, tombent à l'état de sucres aux *bas droits*, et le Trésor public supporte les frais de la manœuvre. Le producteur qui se laisse aller à cette manœuvre ne subit aucune dépréciation, puisque le raffineur, son complice tacite, lui achète selon la richesse...

Le fait n'est pas déniable, et nous en avons eu des preuves personnelles. Dans tous les cas, cette fraude, qui ne constitue guère qu'un délit de fiscalité, ne présente aucune importance relativement à la qualité des produits. Il n'en est pas de même de certains faits étranges que l'on a vu se produire, parmi lesquels nous citerons seulement celui qui a été constaté, en novembre 1866, par M. Corenwinder. Il a été envoyé de Magdebourg à un négociant français un sucre qui renfermait :

Eau	5	= 80	= 100
Sucre	75		
Sels et surtout chlorure de potassium	20		

L'expéditeur allemand parvenait, par une addition frauduleuse de sels impurs, à voler le Trésor prussien et encaissait indûment 4 fr. 30 de drawback (à raison de 21 fr. 50 par 100 kilogrammes). De plus, il se donnait la satisfaction toute germanique de livrer à un Français du sucre à peu près sans valeur au point de vue du raffinage. Ce fait, assez odieux en lui-même, n'a rien d'étrange, si on le compare aux habitudes commerciales de certains marchands allemands, mais il démontre l'absolue nécessité de n'accepter la livraison des sucres d'importation venant d'Allemagne qu'après une analyse suffisante, et il nous a paru utile de signaler à nos lecteurs cette manœuvre frauduleuse, dans la certitude qu'ils sauront en déduire les conséquences.

NOTE E

SUR LA VALEUR ET L'EMPLOI DES CHAUX DE DÉFÉCATION ET DES ÉCUMES.

Nous abordons ici une question pour laquelle nous avons le malheur de ne pas nous entendre avec les agriculteurs de cabinet ou les agronomes en fauteuil qui trônent dans les sociétés agri-

Nous n'y pouvons rien, absolument rien, et le désir que nous aurions de leur être agréable ne saurait nous faire perdre de vue ce que nous regardons comme un devoir.

C'est un devoir de dire la vérité, mais pour la dire telle qu'elle est, et ne pas tromper les autres en se trompant soi-même avec la meilleure foi du monde, il faut étudier, expérimenter, vérifier. Si les vrais agriculteurs savaient comment se fait trop souvent le livre qui leur est destiné, ils le rejetteraient de dégoût. Étrangers à la terre qui les nourrit, ignorants de tout ce qui concerne l'étable, sans observations personnelles sur la nutrition végétale ou animale, les artistes en agronomie, qui rédigent des journaux, les recueils, des almanachs et certains livres agricoles, ont pour la plupart une méthode commune. Ils ont à traiter un sujet donné; ils consultent les livres des auteurs qui en ont parlé et, avec les idées de ces auteurs, ils préparent leur élucubration, à laquelle ils n'ont d'autre peine que de donner la forme, ce qui est une question de métier. Encore beaucoup se contentent-ils de copier servilement un morceau ici, là une phrase, ailleurs un passage, sans vérification, et surtout sans citer les sources auxquelles ils font leurs emprunts.

Toutes ces répétitions de vérités, entremêlées d'erreurs, n'ont d'autre résultat que de fausser les idées et de perpétuer la routine. Une innovation mauvaise est, en effet, plus pernicieuse qu'un retard, en matière culturale, car la déception entraîne avec elle des conséquences déplorables et retarde le vrai progrès.

C'est principalement au sujet des engrais que cette répétition sur parole a eu lieu sur une plus grande échelle. Tous ceux qui ont cherché à résister au torrent ont dû garder le silence devant la réprobation de l'école, devant les anathèmes de la coterie.

Les *chaux de défécation* et les *écumes* de sucrerie ne pouvant avoir d'emploi que pour l'engrais des terres, nous sommes forcé de résumer brièvement l'état de la question, afin de pouvoir leur assigner une valeur industrielle et agricole.

La vieille méthode regardait comme engrais le fumier de ferme, plus ou moins consommé, c'est-à-dire le mélange de paille et de litière végétale avec les déjections solides ou liquides des animaux de l'étable. Cette méthode surannée, vieille presque autant que le monde, avait pour elle la raison et l'expérience; mais il est si pénible de soigner le bétail, il est si agréable de vendre la paille, de retirer de la terre sans lui rien rendre, que l'on sentait bien que cette manière de voir avait fini son temps.

Après d'autres, vint M. Boussingault, qui nous révéla un grand mystère, savoir : que les plantes aspirent, absorbent l'azote de l'air? On en tira la conclusion que cet azote est leur aliment par excellence. Les princes de la science renchérirent sur le mérite de la découverte, et l'on ne parla plus que de l'azote, d'engrais azoté, de sang desséché, de gélatine, d'engrais ammoniacaux, etc.

La nouvelle théorie prêtait un appui si commode à la paresse, d'une part, à la spéculation, de l'autre, que l'on vit surgir de toutes parts des fabricants de petits paquets de poudres noires, jaunes ou brunes, avec lesquelles on faisait arriver l'argent du cultivateur.

Plus tard, M. Boussingault, ayant modifié sa première idée, de très peu, il est vrai, M. Ville la reprit et prétendit prouver, contre M. Boussingault, que M. Boussingault avait eu raison.

Le débat en est encore là, à peu près. Les expériences continuent dans des flacons, des bocaux, des tubes, et la nature, sans se soucier des résultats, continue à donner des récoltes de la même manière que ses noces éternelles s'accomplissent, sans attendre la fécondation artificielle que l'on nous a promise en 1863, et qui doit décupler nos productions.

La seule difficulté qui se présente en tout cela, c'est que ces belles choses ne renferment pas un mot de vrai, et que les partisans de l'azote, quels qu'ils soient, se sont laissé tromper par des apparences.

La raison leur donnait tort en principe.

Comment supposer, en effet, que le principal aliment de la plante fût justement celui dont elle a le moins besoin, celui dont elle ne garde que des traces, des particules souvent difficiles à démontrer? Une plante est composée de charbon, d'hydrogène, d'azote, d'eau et de sels; il y a toujours un peu d'azote dans sa composition, il est vrai; mais la moyenne n'offre pas plus de 0,015 de cette substance, tandis qu'elle présente 0,30 à 0,40 de carbone. Il y avait donc déjà de fortes raisons de croire que le véritable aliment des plantes est l'acide carbonique de l'air et du sol, et qu'il fallait expliquer autrement l'intervention réelle de l'azote.

La théorie du fumier valait mieux.

Si l'on cherche à observer ce qui se passe en réalité et non pas dans les flacons des expérimentateurs de laboratoire, voici une expérience facile qui donne la clef de ces erreurs :

On place, en plein air, dans une terrine, de la terre de jardin, de la terre arable, contenant tous les principes constitutifs moyens du sol, argile, silice, chaux, humus. Cette terrine est arrosée, puis abandonnée à l'action de l'air. On en fait autant d'une autre terrine, renfermant une terre artificielle, formée par le mélange d'argile calcinée, de sable lavé et de chaux pure, avec 8 à 10 centièmes de charbon en poudre, que l'on arrose également. On laisse ces deux vases sous l'influence de l'air atmosphérique, pendant un ou deux jours. Au bout de ce temps, la baguette de verre, imprégnée d'acide chlorhydrique, dégage des vapeurs blanches de chlorhydrate d'ammoniaque, lorsqu'on l'approche d'un trou fait avec le doigt dans l'un et l'autre des mélanges, ce qu'elle ne faisait pas avant l'exposition à l'air pour le mélange artificiel.

Cette réaction dénote la présence de l'ammoniaque libre, d'un

carbonate ou d'un sulfhydrate d'ammoniaque, et la chimie fait reconnaître qu'elle est due au carbonate d'ammoniaque.

Cette expérience donne les mêmes résultats quand on place les vases sous une cloche, et l'on peut constater que l'air de la cloche a perdu de l'azote, dans la proportion de la quantité qui est entrée dans l'ammoniaque qui s'est formé. Il s'est également formé de l'acide carbonique aux dépens du charbon et de l'oxygène de l'eau.

Il résulte de ces faits, que nous étudions depuis plusieurs années, que l'azote de l'air est absorbé par un sol humide ; que l'eau se décompose dans le sol ; que son hydrogène s'unit à l'azote pour former de l'ammoniaque ; que son oxygène s'unit à du charbon pour faire de l'acide carbonique, lequel s'unit à l'ammoniaque.

Ces faits se reproduisent constamment dans tous les sols meubles et humides, renfermant du charbon, en présence comme en l'absence des plantes. Nous en concluons que l'azote n'est pas absorbé par la plante, mais par le sol ; que son rôle se borne à faire de l'ammoniaque, que ce corps n'est pas destiné à l'alimentation de la plante, puisqu'il n'en reste que des traces dans le végétal.

Le rôle de l'azote étant connu, quel est celui de l'ammoniaque carbonaté? La réponse à cela ne sera pas difficile à faire, si l'on conçoit que le carbonate d'ammoniaque est un corps extrêmement soluble et de la décomposition la plus facile qui soit ; il en résulte qu'il est absorbé par les racines avec une grande promptitude, qu'il est décomposé par les végétaux en acide carbonique, hydrogène et azote ; que celui-ci est exhalé par la plante, sauf la très-faible proportion qui sert à créer les matières azotées du végétal ; tandis que l'acide carbonique est réduit et fixé.

On comprend que des détails techniques nous entraîneraient trop loin ; aussi n'ajoutons-nous plus qu'un seul mot : la réduction de l'acide carbonique et la fixation du carbone, exigeant l'action de la lumière, la digestion végétale n'a pas lieu pendant la nuit. Bien que les racines, par la force capillaire, qui agit sans cesse, continuent à absorber l'acide carbonique libre et le carbonate d'ammoniaque, la décomposition de ce sel s'arrête à mi-chemin, pour ainsi dire, et la plante exhale de l'acide carbonique et de l'azote, au lieu d'oxygène qu'elle rejette pendant le jour.

Ceci posé, il nous est facile de nous rendre un compte positif de l'action des engrais. Toute plante en fermentation fournit de l'acide carbonique en proportion considérable. L'ammoniaque se forme aux dépens de l'hydrogène de l'eau et de l'azote de l'air, pour partie, sous l'influence des éléments métalliques du sol et de la chaleur déterminée par la fermentation ; cet ammoniaque passe à l'état de carbonate, qui entre dans la nutrition végétale. Les matières azotées des plantes, après avoir servi de ferment, se décomposent à leur tour et donnent directement du carbonate ammoniacal qui

fournit à une autre partie de l'alimentation, en même temps que l'autre source continue à fournir, de son côté, le même produit.

Si les plantes sont mélangées avec des matières azotées de décomposition facile, comme les urines et les déjections animales, la formation d'ammoniaque la plus considérable a lieu aux dépens de ces matières, et l'azote de l'air joue un rôle beaucoup moins important, pendant tout le temps que dure cette décomposition. C'est ici le cas de tous les fumiers de ferme, en sorte que l'idéal d'un bon engrais consisterait dans une double source proportionnelle d'acide carbonique et d'ammoniaque.

Si l'on mélange avec des pailles, des feuilles ou d'autres débris végétaux une proportion suffisante d'une matière azotée, analogue à l'albumine, à la fibrine, etc., ce mélange constituera un véritable fumier artificiel, et ce sera une source abondante de carbonate d'ammoniaque, une sorte de réservoir de matières alimentaires, d'autant plus riche qu'il renfermera également les sels nécessaires à la plante à cultiver. Tel est le principe qui doit guider dans l'établissement des composts, qui sont, en réalité, des fumiers factices, plus ou moins complets.

Ce qui précède nous suffit pour apprécier la valeur, comme engrais, des chaux de défécation et des écumes. Faisons remarquer cependant que, malgré le peu d'appétence de la plante pour l'azote, malgré l'espèce de difficulté avec laquelle ce corps se fixe dans la vie végétale, il se forme d'autant plus de matière azotée dans le végétal, que le sel ammoniacal introduit par les racines est moins riche en acide carbonique. Voilà la raison pour laquelle il ne faut pas donner aux plantes sucrières d'engrais fortement azotés, ces plantes pouvant se contenter de très-peu d'azote, et exigeant une très-forte proportion de carbone.

Les chaux de défécation sont formées principalement de sulfate et de phosphate de chaux, d'albuminate, de tannate, de pectate de la même base et d'une quantité notable de matières albuminoïdes, rendues insolubles par cet agent. Les écumes sont formées, pour la majeure partie, d'albumine concrétée et d'albuminate de chaux.

La nature même de ces résidus permet de les assimiler aux déjections solides des animaux et, jusqu'à un certain point, au noir fin, privé de phosphate, et l'on ne saurait trop recommander l'utilisation de ces matières pour la préparation d'engrais économiques, dont la composition devra varier nécessairement avec la nature des plantes à cultiver. Si, par exemple, on veut préparer un compost pour une terre à betteraves, il faudra moitié moins de ces résidus ou le double de débris végétaux ou de litières, que s'il s'agit d'un engrais pour des légumineuses. Si c'est le froment que l'on a en vue, on devra prendre un dosage moyen et y ajouter du noir usé, pour fournir à cette céréale le phosphate calcique dont elle est si avide.

Si nous prenons pour exemple une fabrique dans laquelle il se fait, en vingt-quatre heures, 60 défécations de 4,000 litres, à raison de 6 millièmes de chaux en moyenne, chaque défécation nous fournira un résidu supposé sec de 18 kilogrammes environ. Ceci nous conduit à 1,080 kilogrammes par vingt-quatre heures, c'est-à-dire à un chiffre de 129,600 kilogrammes pour les cent vingt jours de la fabrication. Cette quantité, disposée couche par couche avec de la paille, des litières, des feuilles ou des herbes, dans la proportion d'une partie pour trois de litière et dûment arrosée, produira aisément la décomposition de cette litière. Il en résultera une masse de fumier humide d'environ 1,200,000 kilogrammes, représentant 500,000 kilogrammes de fumier sec, où la fumure complète de 16 hectares de terre, à raison de 75,000 kilogrammes.

Ce n'est que par un mélange de ce genre que l'on peut donner aux résidus de la défécation toute la puissance fertilisante dont ils sont susceptibles, car, à quoi servirait à la plante d'avoir de l'ammoniaque sans acide carbonique?

Ceci se rapporte également au noir usé; les preuves de son mode d'action sont les mêmes; elles se trouvent dans les expériences citées plus haut, et il n'y a absolument rien à modifier aux conclusions à en déduire, sinon pour ce qui concerne spécialement la présence des phosphates et du charbon.

Mais, dans tout mélange engrais, contenant des matières azotées non salines et décomposables par fermentation, il y a toujours et forcément lieu aux phénomènes suivants :

1° Fermentation des matières solubles hydrocarbonées, s'il en existe, donnant toujours naissance, en dernière analyse, à des produits acides, gazeux ou non gazeux, plus ou moins solubles.

2° Fermentation des matières azotées avec formation d'ammoniaque, de carbonate, de sulfhydrate et d'autres sels de la même base et, le plus souvent, avec excès d'acide carbonique. Si le carbone est en grand excès dans les substances azotées, il se produit presque toujours de l'humus.

Il résulte de cela que la décomposition de ces matières, essentiellement alimentaires par leur carbone et les produits qui en dérivent, fournissent aux plantes des sels ammoniacaux à l'état soluble, dans lesquels l'ammoniaque ne joue qu'un rôle d'intermédiaire pour favoriser l'assimilation des éléments carbonés transformés.

Dans les mélanges privés de matières albuminoïdes, si leur composition est telle qu'il puisse en résulter un mouvement électrique même très-faible, l'eau est décomposée; son hydrogène naissant et humide fournit de l'ammoniaque avec l'azote de l'air; cet ammoniaque se combine à l'acide carbonique de l'air, à celui qui est formé par l'action de l'oxygène naissant sur le charbon, s'il en existe dans le mélange, ou sur les matières humiques riches en carbone, qui se trouvent dans le sol.

Cette formation d'acide carbonique est encore favorisée par celle de divers carbures d'hydrogène, qui abandonnent facilement leur carbone naissant en présence de l'azote et de l'oxygène également naissants et humides.

Quelle que soit la théorie que l'on veuille bâtir sur ces faits, l'homme de pratique doit y voir la véritable explication du mode d'agir, plus ou moins promptement et efficacement, de tous les engrais, de toutes les matières alimentaires de la plante.

NOTE F

VALEUR AGRICOLE DU NOIR ÉPUISÉ.

Nous n'avons pas l'intention de faire le procès au noir épuisé, dont l'emploi peut présenter certainement de grands avantages dans certaines conditions; mais il peut être utile d'examiner brièvement quelle est la vérité pratique masquée sous les réclames de certains industriels et, ce que nous blâmons, c'est la méchante habitude de porter aux nues ce que l'on veut échanger contre l'argent d'autrui sans respect pour la vérité. Nous ne croyons pas que le guano soit aussi utile pour la fertilisation du sol que pour les intérêts des armateurs ou des consignataires. De même, nous ne croyons pas que le noir usé, pour lequel la ville de Nantes professe un culte particulier, soit une panacée universelle, et que pour l'avoir dans de bonnes conditions, il faille absolument se le procurer à Nantes même et non ailleurs.

Le noir contient en azote environ 1,2033 pour cent en moyenne, le reste est du phosphate de chaux, du charbon et quelques matières étrangères. Nous avons donné, dans notre première édition, la composition suivante du noir supposé sec :

Phosphate de chaux	69,32814	
Carbonate de chaux	8,067204	
Phosphate de magnésie	2,122992	
Fluorure de calcium	3,281664	
	82,800000	
Total des matières minérales		82,80
Charbon azoté	9,20	
Matières organiques du sang, etc	8,00	
	17,28	
Total des matières organiques		17,20
Ensemble		100,00

C'est de cette composition de la matière que nous partirions pour en étudier rapidement l'action agricole, en tenant compte de cet autre fait, que les noirs commerciaux renferment ordinairement 35 p. 0/0 d'eau, ce qui réduit la matière réelle, achetée entre 10 et 15 francs, soit 12 fr. 50 c. à 65 kilogrammes de substance nette, et en porte le prix à 19 fr. 20 c. les cent kilogrammes net."

D'après une première opinion de M. Malaguti, il faudrait considérer l'action des phosphates comme accessoire, et regarder au contraire celle de l'azote du noir comme essentielle; et ce chimiste n'hésitait pas à qualifier cette matière d'*engrais précieux et inespéré*, en raison probablement de la proportion de l'azote, que M. Malaguti regardait comme le principe éminemment actif des engrais.

Dix ans plus tard, M. Malaguti ne pensait plus de même, et il disait : « De tous les engrais dont l'agriculture dispose, le fumier de ferme est le seul qui puisse jouer complétement un rôle réparateur, puisqu'il est le seul qui renferme les trois principes qui résument, pour ainsi dire, la nourriture végétale. » Cet aveu remarquable de la part d'un homme instruit est parfaitement complété par les lignes suivantes : « Quelque grand que soit le nombre des aliments dont peut se nourrir une plante, il n'est pas moins vrai qu'ils se partagent en trois catégories. A la première appartiennent les aliments carbonés, à la seconde les aliments azotés, à la troisième les aliments minéraux. Or, nul engrais, le fumier excepté, ne réunit ces trois sortes d'aliments dans les proportions voulues pour que la plante trouve de quoi se développer, et bien grande a été l'erreur de ces agronomes qui, aveuglés par des idées par trop systématiques, puisées ailleurs qu'à l'expérience, ont préconisé l'une de ces trois catégories aux dépens des deux autres. »

D'après le même chimiste, l'azote est de tous les principes celui qui coûte le plus cher à l'agriculteur; les engrais carbonés dont le type est l'humus ont aussi une grande importance, et ce n'est pas à la prépondérance du type azoté sur le type carboné que doit viser l'agriculteur, mais à une juste mesure des deux. *Il ne peut y avoir de culture durable par le concours d'engrais autre que le fumier, et c'est toujours par celui-ci qu'il faut finir.* Le premier l'emporte sur tous les engrais, car, donné fréquemment à un sol, il y joue à la fois le rôle d'aliment complet et celui d'amendement. « L'évaluation du fumier produit ne peut être approximativement atteinte que par l'évaluation de l'azote contenu dans le fumier même, avait dit d'abord M. Malaguti, mais, dans la discussion de la valeur des engrais, il ne faut pas considérer exclusivement l'élément azoté, il faut aussi ne pas perdre de vue l'élément phosphoré. Si le noir animalisé est plus riche en azote que le fumier, et presque aussi riche que la poudrette, il ne l'est pas également en phosphore et, dès lors, il réclame un engrais complémentaire... » Le même chimiste, autre-

fois si partisan de l'azote, déclarait plus tard que ce principe, qui entre dans l'air atmosphérique pour 4/5, ne peut pas être assimilé par la plante, qu'elle ne l'aspire pas, qu'elle ne l'absorbe pas; et que si, par hasard, un peu de cet azote charrié par la sève entre dans la circulation, il en est bientôt expulsé comme un élément inutile. « Pour que l'azote puisse être assimilé par les plantes, il faut qu'il prenne une forme particulière qui, d'après toute probabilité, est celle de l'ammoniaque. »

En somme, en 1847, M. Malaguti regardait le noir de raffinerie comme un excellent engrais, non pas seulement à cause de sa teneur en ammoniaque, mais à cause de la présence du sucre fourni par la fermentation des acides lactique et acétique, et parce que cette fermentation décompose les matières azotées en carbonates, lequel se change en lactate et acétate de cette base; enfin que c'est précisément à cette forme spéciale sous laquelle se trouve l'azote, à cette forme de sels ammoniacaux, plus fixes que le carbonate, que le noir doit sa puissance fertilisante.

De son côté, M. Crussart prétendait que la fertilisation par le noir provenait de l'action de l'acide oxalique, et cette opinion présentait un côté assez spécieux, bien que M. Crussart nous ait paru créer l'acide oxalique pour les besoins de sa cause.

Nous avons constaté un fait plus général, et qui nous paraît de nature à fournir une appréciation rationnelle de la question. En présence d'une certaine chaleur, de l'eau et de l'air, les matières organiques du sol donnent lieu à une production relativement abondante d'acide lactique. Il se forme du lactate d'ammoniaque, dans lequel se dissout parfaitement le phosphate de chaux lorsque l'acide lactique est en excès et ce point de départ en vaut bien un autre. Nous n'insisterons pas cependant, pour éviter des longueurs inutiles. De son côté, M. Lefour, dans son excellent petit livre intitulé *Sols et Engrais*, expose ainsi la question agricole du noir de raffinerie :

« Le noir animal est un composé de charbon animal et de résidus organiques empruntés au sang et à un peu de sucre.

« Le noir est falsifié souvent par un mélange de terres tourbeuses, du charbon, du schiste, de la houille, etc.; on reconnaît ces falsifications à l'analyse. Il peut être considéré comme pur quand il brûle avec un léger scintillement, en donnant une fumée plus ou moins épaisse, lorsque, d'autre part, la substance entre en fusion tranquille, rougit, se solidifie instantanément, puis laisse pour résidu une cendre blanche, presque entièrement soluble dans les acides. Le tableau suivant indique les principaux composants des noirs le plus généralement employés.

COMPOSANTS.	NANTES.	Nord de la France.	RUSSIE.	HAMBOURG.
Charbon et matières organiques	0,211 à 0,425	0,097 à 0,112	0,062 à 0,175	0,187 à 0,300
Phosphate de chaux	0,460 à 0,646	0,550 à 0,700	0,652 à 0,720	0,290 à 8,580
Carbonate de chaux.	0,088 à 0,664	0,079 à 0,210	0,012 à 0,149	0,014 à 0,186
Sels solubles	0,008 à 0,014	0,018 à 0,038	0,009 à 0,020	0,009 à 0,026
Magnésie	0,005 à 0,009	0,006 à 0,009	0,002 à 0,019	0,002 à 0,008
Silice	0,042 à 0,052	0,045 à 0,100	0,011 à 0,110	0,030 à 0,305
Alumine et oxyde de fer	0,005 à 0,010	0,000 à 0,010	0,004 à 0,010	0,002 à 0,020
Azote pour 1000 p.	19 à 35	7 à 10	7 à 14	11 à 29

« Il résulte de ce tableau que la composition des noirs est assez variable; le phosphate de chaux s'y rencontre dans la proportion de 29 à 70 p. 100; l'azote, dans celle de 0,7 à 3,5; le carbone dans celle de 7 à 4. Ces grandes différences tiennent d'abord à la présence des matières animales et végétales, corps dont le charbon animal s'est chargé pendant la clarification, et ensuite, sans doute, à la fraude. Le charbon d'os pur contient, pour 100, 74 de phosphate, 12 d'azote et 12 de carbone et matière organique[1]. La clarification triple les proportions de matière organique, double celle d'azote et diminue, au contraire, celle du phosphate d'un quart environ. Si le noir est revivifié et employé deux fois (et on ne peut pas l'employer davantage), la proportion d'azote est triplée; celle de matière organique quadruplée; et le phosphate ne forme plus de 40 au lieu de 70 pour 100 de la masse entière. Le noir animal pèse de 85 à 100 kilogrammes, et contient de 30 à 40 pour 100 d'humidité.

« Les opinions sont un peu partagées sur le principe fertilisant du noir animal. Quelques savants attribuent son action, d'une manière plus ou moins exclusive, soit à l'azote, soit au carbone, soit au phosphate calcaire que cet engrais renferme. *Il est probable qu'il doit sa vertu fertilisante à chacune de ces substances et à leur combinaison.* Ce qui tendrait à le prouver, c'est que la *dose d'azote* que le noir animal fournit à la végétation par hectare *est trop minime* pour qu'on puisse lui attribuer les effets produits par cet engrais, et que le phosphate n'est pas évidemment le seul principe fertilisant, puisque le charbon animal est moins actif que le résidu de raffinerie, quoique plus riche en phosphate.

« Toutefois, *le noir animal ne convient essentiellement qu'à certains sols;* les terres siliceuses légères, celles qui se dessèchent facilement, tirent peu d'avantages de son emploi; il agit particulièrement sur les terres argilo-siliceuses non calcaires, et même siliceuses, mais

1. Nous ne faisons aucune observation sur ces chiffres, qui renferment évidemment une erreur quant à la teneur en azote; c'est sans doute 1,20 pour 100 que l'auteur a voulu assigner à la proportion de ce corps.

un peu humides et froides, sous un climat humide; il réussit principalement sur les terres dites de landes de Bretagne et du centre.

« Le noir animal s'applique ordinairement aux céréales, au sarrasin, aux navets, aux choux, au colza. On peut encore le répandre sur les prairies naturelles, où il détermine la végétation des petits trèfles; il sert à ranimer les céréales languissantes au printemps. On en tire un grand parti pour les premières récoltes qu'on veut obtenir après le défrichement des landes et des bois.

« Le noir, avant d'être employé, doit être bien ameubli et divisé à la pelle; on le mélange quelquefois avec de la terre meuble très-sèche ou avec des cendres; on le sème ordinairement à la volée comme le grain, en prenant des poignées plus fortes et en faisant le pas moins grand. Le champ doit être préalablement hersé, l'engrais ne doit être enterré que légèrement; on a recommandé dans ces derniers temps un procédé particulier, qui consiste à mêler le noir avec la semence. Le noir étant bien pulvérisé et très-sec, on en saupoudre le froment, légèrement humecté, en employant environ 4 hectolitres de noir pour 2 hectolitres de grain. Cette quantité suffit pour l'ensemencement d'un hectare; le grain est ensuite semé à la méthode ordinaire, seulement la quantité de matière à semer étant triple, on passe trois fois sur le même endroit. Des propriétaires du centre de la France ont obtenu de cette méthode d'excellents résultats sur des défrichements de landes tout récemment effectués par un seul labour.

« La dose de 4 hectolitres à l'hectare est une des plus faibles qu'on emploie. Lorsque le noir est pur, on en applique rarement plus de 10 hectolitres, à moins que la fraude n'en ait amoindri l'énergie. *Les meilleurs noirs, ceux de Nantes*, se vendent environ 14 francs l'hectolitre, ceux de Hambourg 10 à 12 francs.

« L'action du noir animal ne dure qu'une année. Il est dangereux du reste d'en répéter trop fréquemment l'emploi dans les terres de landes et le sol de bruyère. Au bout de quelques années, il les rend presque stériles. On devra alterner son emploi avec celui de bon fumier de ferme. »

Voilà le véritable langage d'un homme de pratique, d'un homme qui a vu. M. Lefour n'est pas chimiste ni théoricien, heureusement mille fois pour lui et pour ses lecteurs; il a cultivé la terre, il a observé l'effet des engrais ou des corps qui passent pour tels, et il dit ce qu'il faut ou ce qu'il ne faut pas faire.

Nous ne voulons pas apporter dans cette discussion nos opinions personnelles, qui sont, du reste assez connues d'un grand nombre de nos lecteurs, et nous nous bornons à retracer les conclusions que nous avions déduites dans la première édition de cet ouvrage.

« *Le noir des raffineries* est utile à l'agriculture par ses matières azotées et son charbon, qui sont une source d'ammoniaque, de carbonate d'ammoniaque et d'autres sels ammoniacaux; nous pou-

vons admettre également que la présence d'un peu de sucre entraîné agit favorablement en aidant à la décomposition fermentative, que l'azote du charbon entre également dans le produit alimentaire qui se forme, et qu'une portion d'azote et d'acide carbonique est empruntée à l'air atmosphérique. Sous ce rapport donc, le noir renferme une portion d'engrais très-réel, que l'on ne saurait révoquer en doute.

« Ce résidu est encore utile comme amendement échauffant et divisant, et comme amendement salin. La portion de phosphate qu'il cède aux végétaux, qui en ont tous un besoin variable, pourrait encore le faire regarder comme alimentaire sous ce rapport, au moins dans une certaine mesure.

« Nous en conseillerons l'usage pour les céréales, les crucifères oléagineuses, le tabac, les plantes fourragères artificielles; mais il nous semble qu'il serait toujours plus avantageux de l'employer avec la rotation, qui exige une demi-fumure, que de l'employer seul. Il agirait alors doublement, et par ses qualités propres, par son action particulière, et comme excitant, favorisant la décomposition de l'engrais proprement dit.

« Les terres à betteraves se trouveront bien de cette marche, à la condition bien formelle que, lorsque cette plante sera cultivée pour le sucre, on n'emploiera ni noir, ni fumier l'année même de la culture. Il aura été suppléé à cela par une forte fumure avec noir dans l'année précédente pour la récolte antérieure.

« La dose moyenne est de 500 kilogrammes, mais on peut aller sans inconvénient, et même avec avantage, jusqu'à 700 ou 800 kilogrammes par hectare, surtout dans les terres demi-blanches, qui offrent la ténacité des loams argileux.

« Nous croyons donc que, pourvu que l'on s'entoure des précautions convenables, on peut employer le noir résidu comme un bon excitant, seul, dans certains cas, et en alternant avec la fumure ordinaire, ou mieux, en même temps qu'une demi-fumure. Nous admettons même que, pour une certaine portion, il agit en réalité comme engrais, et fournit aux plantes des matières alibiles et nutrimentaires.

NOTE G

OBSERVATIONS SUR LA SUCRERIE AGRICOLE.

Malgré toute la répugnance que nous avons toujours éprouvee, et que nous éprouvons encore à parler de nos idées personnelles,

sur lesquelles nous aurions fait un silence complet, si des considérations d'un ordre plus grave ne nous avaient contraint à les exposer à la fabrication, nous devons à un certain nombre de nos lecteurs quelques explications sur les débuts de la sucrerie agricole par la méthode que nous avons inaugurée en France.

Cette méthode, dans laquelle il ne se trouve rien en réalité qui n'appartienne à la fabrication courante, sauf une extraction plus parfaite du jus, l'automatisme appliqué à cette extraction et à la concentration, un filtre-presse nouveau, et la régularisation de l'emploi du tannin et du phosphate de chaux, était déjà complète en 1869. Les encouragements ne nous avaient pas manqué et, sans les événements de 1870, nous aurions pu, grâce à une auguste bienveillance, mettre à exécution le projet que nous avions formé, de faciliter l'exploitation de l'idée sucrière à l'agriculture, sans que les cultivateurs eussent à débourser de capitaux pour l'installation. Dans notre pensée, la sucrerie devait payer la sucrerie. Les circonstances ne permirent pas l'exécution de ce plan, dont l'extrême simplicité avait frappé les personnages importants qui eurent à l'examiner.

Après la guerre, nous crûmes devoir nous entendre avec un constructeur parisien pour appliquer nos idées sous une autre forme, dans l'espérance d'aider ainsi à relever la situation agricole. Une petite fabrique d'essai fut établie pour les démonstrations, et les preuves données de la bonté du système furent telles que, par un acte formel, nous fûmes relevé de notre part de responsabilité matérielle par les ayant-cause, et que le jury du Concours régional décerna une médaille d'or *unique* à l'agriculteur qui s'était engagé le premier à mettre la méthode en exécution.

Des discussions d'intérêt, auxquelles nous étions parfaitement étranger, empêchèrent la mise en activité de cette petite fabrique, et le constructeur, obligé par son contrat d'établir une fabrication courante dans un délai déterminé, dut porter ailleurs son matériel. Cette année même, la fabrication se fait sur une quantité notable de racines et dans des conditions qui permettent de compter sur le succès.

Le retard éprouvé par l'organisation de la méthode dépend d'abord de la cause qui vient d'être signalée et, ensuite, de tentatives intéressées dont le but était évidemment de détourner l'attention des agriculteurs. Nous sommes tellement éloigné de vouloir nous occuper en quoi que ce soit de ces misères que nous les mentionnons seulement à titre de préambule pour avoir l'occasion d'indiquer les résultats obtenus.

Au point de vue de l'extraction du jus, les employés de la régie ont constaté un rendement direct de 82 p. 0/0 en jus normal, lorsque la presse d'épuisement ne fonctionnait pas. Avec le fonctionnement régulier des deux presses, le rendement est de 90 à 92 de

jus normal en travail régulier, automatique, n'exigeant qu'un seul ouvrier à l'extraction, et c'est un résultat qu'il a été jusqu'à présent impossible d'atteindre par tout autre système.

En ce qui concerne la valeur des sucres, l'analyse de ceux obtenus le 31 mars 1878, c'est-à-dire après l'époque de toute fabrication régulière, a fourni les éléments suivants :

Sucre prismatique	96,44
Glucose	0,09
Cendres	0,50
Eau et perte	2,97

Dans de telles circonstances et avec une telle richesse de résultat, nous ne pouvons mieux faire que de recommander cette méthode ou toute autre analogue aux fermiers et aux cultivateurs, dans la certitude où nous sommes qu'un système de ce genre doit être nécessairement une source de prospérité pour l'agriculture.

TABLE ANALYTIQUE

DES MATIÈRES

Avant-Propos.

LIVRE III.

Fabrication industrielle du sucre prismatique.

SECTION III. — EXTRACTION DU SUCRE DES GRAMINÉES SACCHARIFÈRES.

CHAPITRE I. — EXTRACTION DU SUCRE DE LA CANNE.

I. — *Considérations générales*, 17. — Résumé des travaux de M. Péligot, 20. — Composition du vesou, 27. — Composition de la canne fraîche, 28. — Premier mémoire de M. Dupuy, 30. — Rendements en vesou, *id.* — Deuxième mémoire de M. Dupuy, 32. — Résultats analytiques sur la composition des cannes fraîches, 33. — Causes de la production de la mélasse, 35. — Objections, 40. — Les idées de M. Hotessier, 44.

II. — *Procédés de la fabrication vulgaire*, 53. — L'équipage, *id.* — Du vin de canne ou vesou, 55. — Extraction du vesou, 57. — Des laminoirs, *id.* — Les moulins sont les plus mauvais de tous les appareils, 58. — Laminoirs verticaux, 60. — Laminoirs horizontaux, 61. — De la double pression, 64.

Repos et décantation, 65.

Défécation, filtration, 66.

Concentration, 70.

Cuite, 73.

Cristallisation, 75.

Observations, 76. — Comment on doit comprendre les opérations générales d'une sucrerie de cannes, *id.*

III. — *Fabrication perfectionnée*, 78. — Appréciation préalable de la valeur de la canne, 79. — Caractères extérieurs, *id.* — Caractères essentiels, 80. — Richesse absolue ou relative en sucre, *id.* — Proportion et nature des matières minérales, 81. — Proportion des matières azotées, 83. — Observations, *id.*

Préparation de la canne, 84.

Extraction du jus, 86.

Purification du jus de canne, 91. — Chaulage du vesou, 96. — Saturation du vesou, carbonatation, 97. — Décoloration du vesou, *id.*

Concentration du vesou, 100. — Calcul de la quantité d'eau à vaporiser pour la concentration du vesou, 101. — Appareil de Wetzell, 107.

Filtration des sirops, 109.

Cuite des sirops, 110.

Cristallisation, traitement des masses cuites, 110. — Analyse de la mélasse de cannes, 111. — Valeur d'une bonne masse cuite, *id.* — Discussion analytique de l'action des sels sur la cristallisation, 112.

Purge ou séparation des cristaux, 113.

Épuisement des eaux-mères, 113.

Utilisation des résidus, 114.

IV. — *Etude de quelques procédés particuliers*, 115.

Procédés relatifs à la division des cannes, 115. — Appareil diviseur de M. A. Philippe, 116.

Procédés relatifs à l'extraction du vesou, 118. — Procédés par macération, *id.* — Expériences relatives à la macération de la canne, 119. — Observations, 126. — Procédés par lévigation, 128. — Appareil hydro-pneumatique de M. Moreau-Darluc, 129. — Procédé Legavrian, 130. — Procédé Philippe, 131. — Procédé de l'auteur, 132. — Observations, 133.

Procédés relatifs à la purification du jus, 133. — Procédés de défécation, 134. — Procédés pour l'élimination de la chaux, *id.* — Procédé Garcia, 135. — Procédé Rousseau, *id.* — Noir déféquant Leplay, *id.* — Procédés de carbonatation, 136. — Emploi de l'alcool dans la sucrerie exotique, 138.

Procédés relatifs à la conservation des vesous, 139.

Procédés de transformation des alcalis, 141.

Procédés relatifs au traitement des résidus, 143.

Méthodes d'ensemble, 145. — Méthode A. Philippe fils, 146. — Appareil concréteur évaporateur de M. Philippe, 154. — Appareil de cuite du même inventeur, 156. — Observations, 159.

Méthode de Fryer, 160. — Appareil de Fryer, 161. — Valeur d'origine de l'appareil Fryer, 167. — Valeur manufacturière du même appareil, *id.*

Méthode de l'auteur, 174.

V. — *Usines centrales*, 181. — Dépenses d'établissement d'une sucrerie en Louisiane, 186. — Prix de revient approximatif du sucre colonial dans une usine ordinaire, 187. — Comparaison financière avec les résultats fournis aux planteurs par les usines centrales, 188. — Le seul remède à la situation consiste dans la restauration de la sucrerie agricole, 193.

VI. — *Appréciations financières*, 195. — Frais de fabrication dans un établissement dit perfectionné, pour le traitement de 50,000 kilogrammes de canne, 196. — Frais de fabrication dans une fabrique par lévigation pour le traitement de 50,000 kilogrammes de canne en 12 heures, 197.

VII. — *Observations sur la situation de la sucrerie exotique*, 198.

CHAPITRE II. — EXTRACTION DU SUCRE DU SORGHO.

I. — *Traitement du sorgho sucré*, 202. — Expériences de M. Arduino, 203, — Opinions de M. A. Sicard, 205.

Extraction du vesou de sorgho, 207. — A. Rasion, 208. — B. Laminage, *id.* — C. Division par le hache-pailles, etc., *id.* — D. Déplacement, 209.

Défécation, 212.

Concentration et cuite, 213.

Cristallisation, 213. — Observations, *id.*

II. — *Valeur sucrière du sorgho*, 215. — Expériences de l'auteur, 216. — Produits possibles, 218.

SECTION IV. — EXTRACTION DU SUCRE DES PLANTES ACCESSOIRES.

CHAPITRE I. — SUCRE DE LA CAROTTE, SUCRE DU MAIS.

I. — *Sucre de la carotte*, 221. — Nécessité d'un excès de chaux dans le traitement du jus de carotte, 222. — Action du tannin, 223. — Objections réelles contre cet agent, 224. — Expérience de vérification, 227. — Rendement probable de la carotte, 228.

II. — *Traitement du maïs*, 228. — Expériences diverses, *id.* — Procédés de Neuhold, 229. — Résultats de M. Lapanouse, 230. — Chiffres de l'auteur, *id.* — Conséquences générales, 231.

CHAPITRE II. — SUCRE DES CUCURBITACÉES. SUCRE DE LA CHATAIGNE.

I. — *Sucre des cucurbitacées*, 234.

II. — *Sucre de la châtaigne*, 235. — Composition de la châtaigne fraîche, 236. — Mémoire de Darcet et Alluaud, 237. — Procédé de M. Guerrazi, *id.* — Pertes à la dessiccation, 240. — Expériences de Darcet et Alluaud par macération, *id.* — Traitement des eaux de lavage, 241. — Rapport de Bosc sur les séchoirs proposés par Alluaud, 245.

CHAPITRE III. — EXTRACTION DU SUCRE DES SÈVES SUCRÉES.

I. — *Sucre de maple*, 250. — Composition du sucre brut de maple, *id.* — Méthode suivie aux États-Unis pour l'extraction du sucre d'érable, *id.* — Tentatives faites à Vienne pour la plantation de l'érable, 256.

II. — *Sucre de palmier*, 258. — Extraction de la sève du dattier, 259. — Traitement du jus et purification du sucre par la méthode indienne, 260.

III. — *Sucre de bouleau*, 262.

SECTION V. — OBSERVATIONS COMPLÉMENTAIRES.

CHAPITRE I. — ORGANISATION D'UNE FABRIQUE DE SUCRE.

I. — *Dispositions générales*, 265. — Bâtiments, 266. — Approvisionnements, 268. — Ouvriers, 270.

II. — *Du matériel*, 272.

1° Vapeur et machines, 272. — Calorification, 273. — Défécation, *id.* — Saturation, 274. — Concentration, *id.* — Cuite, 276. — Récapitulation des quantités de vapeur nécessaires pour la calorification, *id.*

Force motrice, 275. — Service de l'eau, *id.* — Lavage, 276. — Râpes, *id.* — Pression hydraulique, *id.* — Travail des pompes, 277.

Du choix des générateurs, 277.

Combustible, 280. — Moyens d'obvier aux pertes par rayonnement, 281. — Emploi de la vapeur surchauffée, *id.*

2° Eau, 283. — Consommations diverses, *id.* — Récapitulation, 284.

Division de la matière, 284. — Conditions relatives à la râpe, *id.*

Extraction du jus, 286. — Transport des jus, 288.

Défécation, 290. — Des écumes et des dépôts, 292.

Saturation, 293. — Production du gaz acide carbonique, *id.* — Carbonatation, 298. — Débourbage, *id.*

Filtration, 299.

Concentration, 300.

Filtration des sirops, 302.

Cuite, 303. — Capacité normale d'une chaudière à basse pression, 304.

Cristallisation et purge, 305. — Observations, 306.

Chauffage de l'empli et étuvage, 308.

Lavage du noir et revivification, 309.

CHAPITRE II. — PRIX DE REVIENT DES PRINCIPALES OPÉRATIONS DE LA SUCRERIE.

I. — *Prix de revient du jus*, 311.

Prix de revient du jus par pression, 312. — Système de la pression simple, Matériel, 313. — Frais pour la campagne, 314. — Système de la double pression, Matériel, *id.* — Frais pour la campagne de 120 jours, 315. — Système de la presse continue de Walkhoff, Matériel, *id.* — Frais pour la campagne de 120 jours, 316.

Observations, 316. — Pression simple, Matériel, 317. — Frais pour la campagne, *id.* — Pression double, Matériel, 318. — Frais pour la campagne de 120 jours, 319. — Pression continue de Walkhoff. Frais pour la campagne de 120 jours, *id.*

Prix de revient du jus par les turbines, 320. — Système des turbines, Matériel, *id.* — Frais pour la campagne de 120 jours, 321. — Frais pour la campagne de 120 jours dans la sucrerie française, *id.*

Prix de revient du jus par la macération, 322. — Macération de la pulpe, système de Schützenbach. Matériel pour 50,000 kilogrammes, *id.* — Frais pour la campagne de 120 jours, *id.* — Frais pour la campagne de 120 jours en sucrerie française, 323. — Macération des cossettes sèches, 324. — Frais de dessiccation d'après Walkhoff, *id.* — Dépense de matériel, *id.* — Système Robert : diffusion, 325. — Frais d'installation, d'après Walkhoff, 326. — Frais d'extraction du jus, *id.* — Méthode spéciale de Walkhoff, méthode mixte, 327.

II. — *Prix de revient de la purification du jus*, 328. — Frais et dépenses de la défécation, *id.* — Matériel de défécation, valeur d'installation, 329.

— Frais et dépenses de la journée pour 50,000 kilogrammes, *id.* — Saturation, 330. — Matériel nécessaire, *id.* — Frais de la saturation, 331. — Filtration sur le noir, *id.* — Frais de la décoloration par le noir animal; matériel, 332. — Dépenses journalières pour 50,000 kilogrammes de jus et les sirops qui en proviennent, 333.

III. — *Prix de revient de la concentration*, 335.

Concentration à feu nu par masses, 336. — Frais de concentration à feu nu par masses, sans emploi du noir, avec des chaudières hémisphériques, 338.

Concentration à feu nu par surfaces, 339. — Frais de concentration par la disposition de Curaudau, *id.* — Frais de concentration par l'appareil tubulaire à feu nu, 341. — Frais de concentration pour 1,000 kilogrammes de jus par l'emploi du feu nu sans noir, résumé, 342. — Frais de concentration pour 100 kilogrammes de sirop à 28° B (50 p. 100), par l'emploi du feu nu (sans noir), résumé, *id.*

Concentration à la vapeur par masses, 342. — Appareil à double fond, 343. — Frais de concentration à la vapeur par masses, sans emploi du noir, avec chaudières hémisphériques à double fond, *id.* — Frais de concentration à la vapeur par masses, avec l'emploi du noir et des chaudières hémisphériques à double fond, 344. — Appareils à serpentins, *id.* — Tableau de développement des serpentins, 345. — Frais de concentration à la vapeur par masses, sans emploi du noir, avec des chaudières hémisphériques à serpentins, 346. — Frais de concentration à la vapeur par masses, avec emploi du noir et des chaudières hémisphériques à serpentins, *id.* — Appareils à basse pression, *id.* — Frais de concentration dans le vide, avec l'appareil à simple effet et à vapeur directe, pour un travail de 50,000 kilogrammes par jour, 347. — Frais de concentration par le triple effet, 348.

Concentration à la vapeur par surfaces, 349. — Frais de la concentration par surfaces, 350.

IV. — *Prix de revient de la cuite*, 351.

Cuite à l'air libre, 351. — Frais de la cuite à la vapeur et à l'air libre par les appareils ordinaires à serpentins, 352.

Cuite dans le vide, 353. — Frais de la cuite à la vapeur et dans le vide par un appareil à simple effet, *id.*

Cuite des seconds jets, 354.

V. — *Prix de revient de la cristallisation et de la purge*, 355. — Observations, 356.

VI. — *Appréciations générales*, 357. — Pertes dans la fabrication, *id.* — Durée des opérations, 360.

Qualité des produits, 361. — Composition de la masse cuite, de la mélasse et du sucre brut, d'après Walkhoff, 362.

LIVRE IV.

Sucrerie agricole.

CHAPITRE I. — SITUATION GÉNÉRALE.

I. — *Des grandes fabriques agricoles*, 376.

II. — *Des grandes sucreries industrielles*, 377.

III. *Des producteurs agricoles*, 381. — Compte réel du fermier qui vend ses betteraves, 382.

IV. — *Des raffineurs*, 384.

V. — *Des chaudronniers constructeurs*, 387.

CHAPITRE II. — MÉTHODES PROPOSÉES POUR LA SUCRERIE AGRICOLE.

I. — *Procédé Kessler*, 393. — Fabrication de M. Kessler à Brie-Comte-Robert, 394. — Résumé des faits, 398. — Examen de la méthode de M. Kessler, 405. — Observation, 408.

II. — *Procédé Champonnois*, 412. — Valeur des produits Champonnois, 414. — Déviations des opérations, 416.

III. — *Procédé Rousseau*, 417. — Le sucrate de M. Rousseau n'existe pas, 418. — Le produit de M. Rousseau n'est pas conservable, 419. — Le sucre contenu dans le produit Rousseau est sujet à s'altérer, 420. — Appréciation réelle des frais et dépenses du système Rousseau, 422.

IV. — *Procédé Frézon*, 425. — Description du procédé, 426. — Résumé analytique, 431. — Le procédé Frézon est du domaine public, 434. — Fautes de ce procédé, 435.

V. — *Observations sur les râperies*, 437. — Résultats de la campagne, 440.

CHAPITRE III. — ORGANISATION DE LA SUCRERIE AGRICOLE.

I. — *Généralités*, 447. — Principes généraux, *id.*

De la méthode à suivre, 448. — Emploi de la vapeur en sucrerie agricole, 455. — Traitement des produits secondaires et des bas produits, 459. — Observations, *id.* — Examen comparatif des méthodes de sucrerie industrielle et agricole, 462.

Instrumentation des sucreries annexes, 464.

Résumé de la méthode ordinaire de sucrerie, dans son application au travail de la ferme, 474. — Résumé des engins et machines nécessaires pour mettre en pratique dans la ferme la méthode ordinaire de sucrerie, 477.

Instrumentation des petites sucreries, 479.

CHAPITRE IV. — MÉTHODE DE SUCRERIE AGRICOLE, SYSTÈME DE L'AUTEUR.

I. — *Extraction du jus*, 483.

Extraction du jus des pulpes, 484. — Râpe à entraîneur, 485. — Presse rotative à émission directe, 490.

Extraction du jus des cossettes, 493.

II. — *Purification du jus*, 494.

III. — *Concentration des jus*, 501. — Appareil à colonne, 502. — Appareil à cascade, 504.

Filtration des sirops, 506.

IV. — *Cuite, cristallisation et purge*, 507.

Résumé de la méthode, 509.

V. — *Application de la méthode à la sucrerie exotique*, 511.

VI. — *Appréciation numérique et résultats financiers*, 515. — Frais de main-d'œuvre, 516. — Récapitulation des frais et dépenses nécessitées par le traitement de 50,000 kilogrammes de jus en sucrerie agricole, 518.

VII. — *Observations générales*, 519.

LIVRE V.

Raffinage du sucre brut.

CHAPITRE I. — PRINCIPES GÉNÉRAUX. CAUSES D'ALTÉRATION DES SUCRES.

I. — *Principes généraux*, 525. — Pertes possibles en présence d'un équivalent de sucrate de chaux, 527. — Principe de Thénard, 528.

II. — *Remarques sur la cristallisation*, 534.

Cristallisation du sucre, 538. — Comparaison de la solubilité du sucre, et du salpêtre, 530. — Conséquences, 542.

De la clarification, 544. — Nécessité de la neutralisation, 545.

Observations sur l'emploi du noir, 546. — Le noir décolore-t-il en réalité? 547. — Si le noir décolore, cette décoloration est-elle utile? 548. — Peut-on supprimer l'emploi du noir? 550.

III. — *Des causes de décomposition et d'altération des sucres*, 552. — Altération du sucre raffiné, 553. — Erreurs de M. Payen, 554. — Altérations des sucres bruts, 557. — Action des ferments, 560.

IV. — *Précautions à prendre contre les altérations des sucres*, 563.

CHAPITRE II. — DESCRIPTION DES OPÉRATIONS INDUSTRIELLES DU RAFFINAGE DU SUCRE PRISMATIQUE.

Histoire sommaire de la raffinerie, 565.

I. — *Ancienne méthode de raffinage*, 568. — Observation générale, 569. — Clarification, 571. — Écumage, 572. — Azurage, 573. — Passage au blanchet, 574. — Cuite, 575.

II. — *Méthode moderne de raffinage*, 576.

Albumine, 577. — Formule chimique de l'albumine, 578. — Composition expérimentale de l'albumine, *id.* — Propriétés physiques et chimiques de l'albumine, *id.* — Analyse du sang de bœuf, 579. — Conséquences, *id.*

Instrumentation de la raffinerie, 580.

Opérations du raffinage, 581. — Observation, *id.* — Essai des sucres, 582.

Clarification, 584. — Dissolution, 585. — Clarification, 586. — Proportion de noir fin et de sang, 587. — Composition du blanc d'œuf, 588. — Manœuvre des chaudières à clarifier, 590. — Observation, *id.*

Débourbage, 591.

Décoloration, 594. — Opinion de Walkhoff sur la propriété décolorante des phosphates, 595. — Colorimétrie, 596. — Méthode de colorimétrie, 597. — Colorimètre Duboscq, 599. — Colorimètre Salleron, 603. — Filtration, 608.

Cuite, 609. — Chaudière Brissonneau, 610.

Cristallisation, 611.

Purge, 613. — Rigoles de Bell, 614. — Plancher lits-de-pains, 615.

Blanchiment, 617. — Terrage, 618. — Choix et préparation de la terre, *id.* — Emploi de la terre, 619. — Clairçage, 620. — Comparaison du terrage et du clairçage, quant à la durée, 621. — Plamotage, *id.* — Emploi de la sucette, 622.

Dessiccation, 624. — Des étuves et de l'étuvage, 625. — Observation, 628.

Produits secondaires, 628. — Lumps et bâtardes, 629. — Observation, 631.

Bas produits, 631.

Sucre candi, 632. — Composition du sucre candi, *id.* — Fabrication, 633.

Résultats moyens du raffinage, 634. — Rendement de 100 kilogrammes de sucre brut de betteraves, d'après M. Payen, 635.

III. — *Procédés particuliers appliqués au raffinage des sucres*, 638.

Procédé Boivin et Loiseau, 638. — Extraits du brevet des inventeurs, 639. — Appréciations diverses, 643. — Indications des inventeurs, 647. — Résumé analytique, 652. — A. Théorie, *id.* — B. Pratique, 653. — Traitement des jus, *id.* — Raffinage, *id.* — Discussion du procédé Boivin et Loiseau, 654. — Le sucrate d'hydro-carbonate de chaux existe-t-il en réalité? *id.* — Composition du corps gélatineux de MM. Boivin et Loiseau, 655. — Propriétés du saccharo-carbonate de chaux, 657. — Peut-on utiliser pratiquement ce sucrate pour l'extraction du sucre des jus? 660. — Le sucrate d'hydro-carbonate de chaux peut-il procurer l'élimination des sels alcalins? 663. — Le procédé Boivin et Loiseau peut-il servir à favoriser l'épuisement des pulpes et des bagasses? 666. — Quelle est la valeur du sucrate d'hydro-carbonate de chaux en raffinage? *id.*

Emploi de l'alcool en raffinage, 669.

IV. — *Des améliorations possibles en raffinerie*, 671.

CHAPITRE III. — ORGANISATION D'UNE RAFFINERIE.

I. — *Organisation d'une raffinerie annexe*, 675.

II. — *Organisation d'une raffinerie spéciale*, 678.

III. — *Observations générales*, 680. — Données de Walkhoff sur les rendements en raffinage, 681. — Indications du même auteur sur les variations du poids des pains dans le travail, 682.

LIVRE VI.

Documents complémentaires.

CHAPITRE I. — EXTRACTION DU SUCRE DES MÉLASSES ÉPUISÉES.

Méthode osmotique de M. Dubrunfaut, 686. — Description du procédé, 687. — Osmogène, 688. — Montage de l'appareil, 690. — Travail de l'appareil, 691. — Appréciation, 692. — Analyses de Weiler, 693. — Observations, 694.

CHAPITRE II. — ALCOOLISATION ET DISTILLATION DES MÉLASSES ET DES RÉSIDUS SUCRÉS.

Alcoolisation des mélasses, 697. — Analyses de M. E. Monnier, 698. — Étude des frais d'annexion d'une distillerie de mélasses à une fabrique de sucre traitant 5,000,000 de kilogrammes de racines, 702. — Essai des mélasses à alcooliser, 703. — Appréciation de la valeur alcoolique d'un liquide, 705. Appareil d'essai de J. Salleron, *id*. — Réglette de compensation du même inventeur, 707. — Appareil de Gay-Lussac, *id*. — Mise en fermentation, 710. — Notions générales sur la fermentation, 711. — Marche de la fermentation, 719. — Accidents de la fermentation, moyens d'y remédier, *id*. — Distillation, 721. — Première méthode de séparation des liquides par distillation, 722. — Deuxième méthode de séparation des liquides par distillation, 723. — Troisième méthode, 725. — Fonctions essentielles d'un appareil distillatoire, 726. — Distillation des bagasses, 732.

CHAPITRE III. — FABRICATION DU SALIN ET DES SELS DE POTASSE.

Vinasses. Évaporation, 736. — Première opération. Concentration, *id*. — Deuxième opération. Calcination, 738. — Troisième opération. Lessivage, 739. — Tableau synoptique du lessivage méthodique du salin de mélasse, 745. — Quatrième opération. Cristallisation et séparation, 747. — Alcalimétrie, 750. — Préparation de la liqueur alcalimétrique, *id*. — Essai, 751. — Méthode de Gay-Lussac, 752.

CHAPITRE IV. — PRÉPARATION DES SUCRES NON PRISMATIQUES.

I. — *Sirop et sucre de miel*, 755. — Procédés de Thénard pour la purification du miel, 756. — Observations, 757. — Procédés divers, 758. — Procédé de Borde, 759. — Méthode rationnelle, 761.

II. — *Sucre de raisin*, 762. — Idées et méthode de Mme Paveri, *id*. — Observations, 765. — Procédé de Servaës et Van Zutphen, *id*. — Procédé de Privat, 766. — Indications de Proust et Laroche, 769. — Méthode de Poutet, *id*.

Sirops de fruits, 771. — A. Sirop et sucre de pommes, *id*. — B. Sirop et sucre de poires, 772. — C. Sirop et sucre de prunes, *id*.

III. — *Sucre de fécule. Glucose*, 772. — Caractères de la fécule, *id*. — Préparation, 773. — Usages, 774. — Caractères de la diastase, *id*. — Préparation et usage, *id*.

Historique, 775. — Observations de Lampadius, *id*. — Expérience de Vogel, 776. — Procédé de Bérard, 779. — Procédé Ittner et Keller, 781. — Procédé de Flashoff, 784.

A. — *Saccharification de la fécule par l'acide sulfurique*, 785. — Compte de fabrication par Payen, 794. — Compte de fabrication du glucose pour l'emploi de 2,000 kilogrammes de fécule par jour seulement, 795.

B. — *Saccharification de la fécule par le gluten ou la diastase*, 797. — Résultats de la fermentation de l'amidon (sur 100 parties), 802. — Procédé de saccharification par la diastase, *id*.

CHAPITRE V. — QUESTIONS DE LÉGISLATION.

I. — *Des bases de l'impôt sur le sucre*, 808.

II. — *Comparaison des systèmes*, 811. — Observations, 815.

NOTES JUSTIFICATIVES

Note A. — Préexistence du sucre incristallisable dans la canne, 817.
Note B. — État des dépenses d'établissement et de fabrication de la sucrerie de Roclincourt, près Arras, en 1835, 818.
Note C. — Table de rendement de Walkhoff, 821.
Note D. — De quelques fraudes pratiquées en sucrerie, 822.
Note E. — Sur la valeur et l'emploi des chaux de défécation et des écumes, 823.
Note F. — Valeur agricole du noir épuisé, 829.
Note G. — Observations sur la sucrerie agricole, 834.
Table analytique, 837.

TABLE DES CHAPITRES

Pages

AVANT-PROPOS 1

LIVRE III

FABRICATION INDUSTRIELLE DU SUCRE PRISMATIQUE.

SECTION III. — EXTRACTION DU SUCRE DES GRAMINÉES SACCHARIFÈRES.

CHAPITRE I. — Extraction du sucre de la canne 16
CHAPITRE II. — Extraction du sucre du sorgho 201

SECTION IV. — EXTRACTION DU SUCRE DES PLANTES ACCESSOIRES.

CHAPITRE I. — Sucre de la carotte. Sucre du maïs 221
CHAPITRE II. — Sucre des cucurbitacées. Sucre de la châtaigne.... 234
CHAPITRE III. — Extraction du sucre des séves sucrées 249

SECTION V. — OBSERVATIONS COMPLÉMENTAIRES.

CHAPITRE I. — Organisation d'une fabrique de sucre 264
CHAPITRE II. — Prix de revient des principales opérations de la sucrerie 310

LIVRE IV.

SUCRERIE AGRICOLE.

CHAPITRE I. — Situation générale 370
CHAPITRE II. — Méthodes proposées pour la sucrerie agricole...... 393
CHAPITRE III. — Organisation de la sucrerie agricole 442
CHAPITRE IV. — Méthodes de sucrerie agricole. Système de l'auteur. 482

LIVRE V.

RAFFINAGE DU SUCRE BRUT.

		Pages
Chapitre I.	— Principes généraux. Causes d'altération des sucres.	524
Chapitre II.	— Description des opérations industrielles du raffinage du sucre prismatique........................	565
Chapitre III.	— Organisation d'une raffinerie..................	675

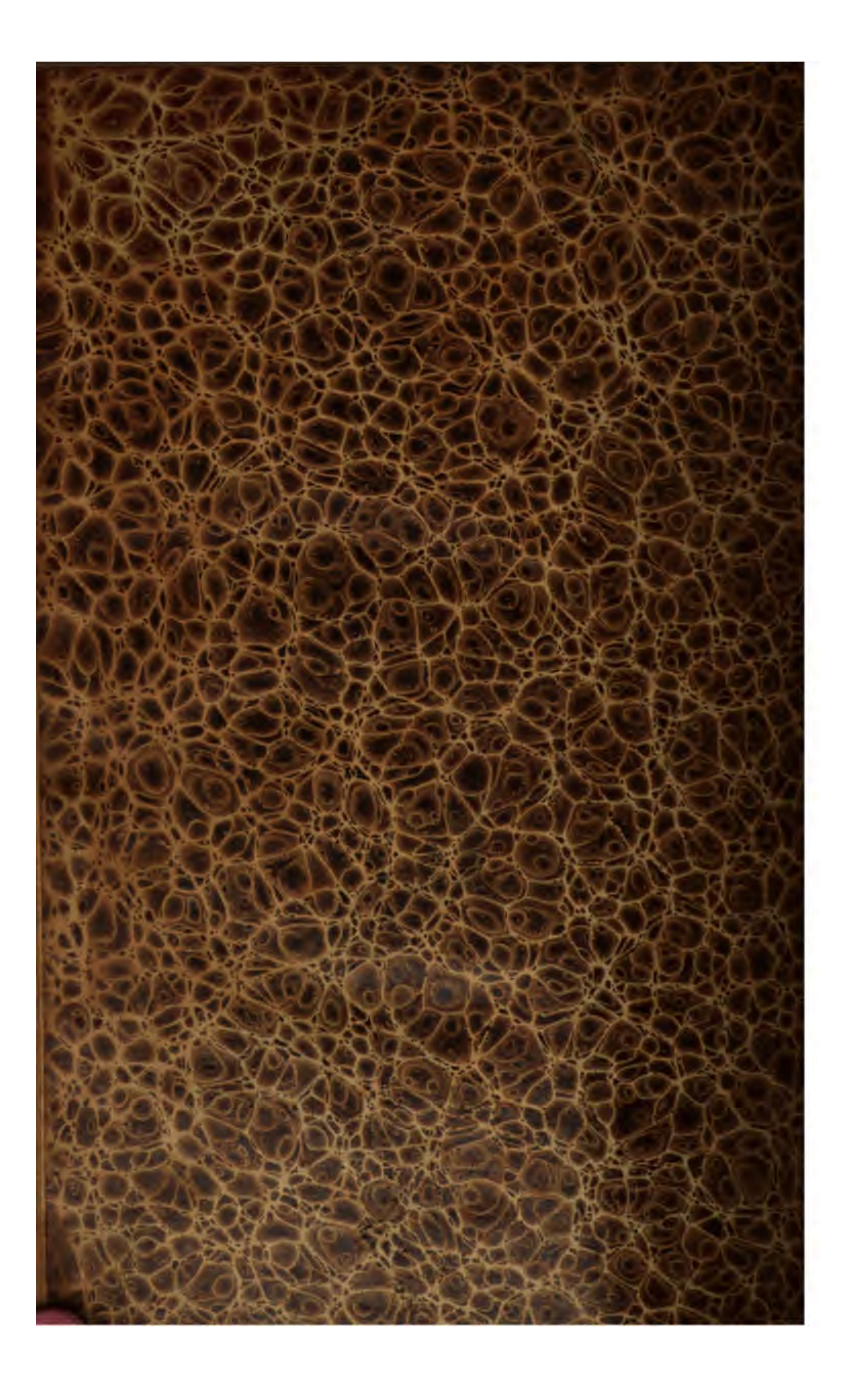
LIVRE VI.

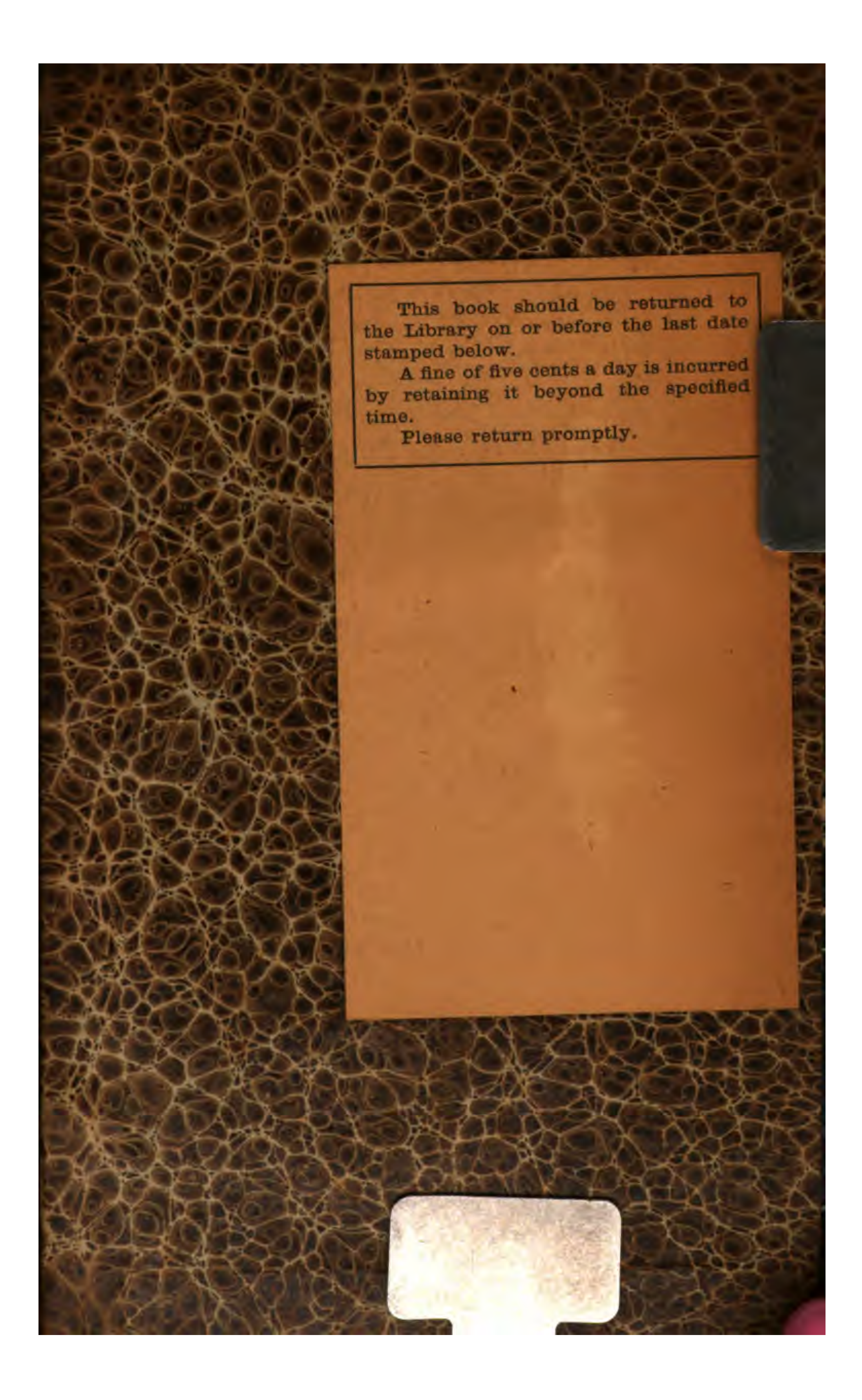
DOCUMENTS COMPLÉMENTAIRES.

Chapitre I.	— Extraction du sucre des mélasses épuisées........	684
Chapitre II.	— Alcoolisation et distillation des mélasses et des résidus sucrés..............................	695
Chapitre III.	— Fabrication du salin et des sels de potasse.......	736
Chapitre IV.	— Préparation des sucres non prismatiques.........	754
Chapitre V.	— Questions de législation.......................	806

NOTES JUSTIFICATIVES.

Paris. — Imprimerie Viéville et Capiomont, rue des oitevins, 6.




This book should be returned to the Library on or before the last date stamped below.
A fine of five cents a day is incurred by retaining it beyond the specified time.
Please return promptly.

LIVRE V.

RAFFINAGE DU SUCRE BRUT.

		Pages
Chapitre I. —	Principes généraux. Causes d'altération des sucres.	524
Chapitre II. —	Description des opérations industrielles du raffinage du sucre prismatique	565
Chapitre III. —	Organisation d'une raffinerie	675

LIVRE VI.

DOCUMENTS COMPLÉMENTAIRES.

Chapitre I. —	Extraction du sucre des mélasses épuisées	684
Chapitre II. —	Alcoolisation et distillation des mélasses et des résidus sucrés	695
Chapitre III. —	Fabrication du salin et des sels de potasse	736
Chapitre IV. —	Préparation des sucres non prismatiques	754
Chapitre V. —	Questions de législation	806

NOTES JUSTIFICATIVES.

Paris. — Imprimerie Viéville et Capiomont, rue des oitevins, 6.